



Hinc patriam sustinet

Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa



Insectos polinizadores e seu efeito na produção de Pereira ‘Rocha’ na Região Oeste

Catarina Andreia Flausino dos Reis

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Agronómica

Orientador: Professor Doutor José Carlos Franco Santos Silva

Co-Orientador: Professora Doutora Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo
Oliveira

Júri:

Presidente: Doutor António Maria Marques Mexia, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutora Manuela Rodrigues Branco Simões, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor José Carlos Franco Santos Silva, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutora Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo Oliveira, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Lisboa, 2011

Agradecimentos

Para além de todo o esforço pessoal, existe um grande número de apoios, críticas e sugestões que possibilitaram a realização deste trabalho. Gostaria portanto, de deixar aqui expressos os meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que directa ou indirectamente contribuíram para que se tornasse possível a sua realização, muito em especial:

à minha família, em especial aos meus pais por todo o amor, carinho e apoio que me deram ao longo dos anos que me possibilitaram chegar até aqui;

ao meu namorado André por toda a ajuda que me facultou e apoio durante a sua realização;

aos meus colegas e amigos em especial André Garcia e Ana Costa por toda a ajuda que me deram;

ao Professor Dr. José Carlos Franco e à Professora Dr^a. Elisabete Figueiredo por toda a orientação, ajuda e disponibilidade com que sempre se prontificaram a ajudar-me;

ao Professor Dr. António Mexia e à Dr^a. Elsa Borges da Silva pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório;

à Dr^a. Mariana Mota e à Professora Dr^a Cristina Oliveira por todos os esclarecimentos de que necessitei e pela bibliografia que me facultaram;

à equipa da Syngenta envolvida no projecto “Operation Pollinator”, em particular à Eng^a Mónica Teixeira, Eng^a Paula Martins e Mike Edwards, por terem possibilitado a integração deste trabalho naquele projecto, o que me permitiu frequentar uma acção de formação sobre insectos polinizadores e ter apoio financeiro nas deslocações efectuadas aos pomares onde decorreu o estudo, bem como na construção dos ninhos artificiais;

à Professora Dr^a. Ofélia dos Anjos da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco pela identificação do pólen presente nos ninhos;

à Frutoeste, pelo apoio na selecção dos pomares de pereira ‘Rocha’;

a todos os produtores pela disponibilidade com que me disponibilizaram os seus pomares para que este estudo fosse possível.

A todos o meu muito obrigado.

Resumo

Este trabalho teve como objectivos estudar o efeito que os insectos polinizadores têm na produção de frutos, identificar os principais grupos de insectos que visitam as flores, determinar a frequência de visitas ao longo do dia, durante o período de floração, e estudar o seu comportamento ao visitar as flores, em quatro pomares de pereira 'Rocha', na região Oeste. Pretendeu-se também avaliar a possibilidade de utilizar ninhos artificiais para fomentar, na vizinhança dos pomares, a colonização e manutenção de populações de polinizadores de pereira. O isolamento de ramos de pereira com sacos de rede fina, antes da floração, para impedir o acesso de insectos às flores, afectou significativamente a taxa de vingamento inicial dos frutos, teve algum efeito sobre a relação altura/diâmetro dos frutos, mas não influenciou o seu peso e reduziu o número de sementes por fruto. O número de visitas às flores variou em função dos pomares, do período do dia e do grupo de insectos. O néctar foi o recurso mais procurado pelos insectos que visitavam as flores de pereira. Foram identificados cinco géneros de himenópteros: *Andrena*, *Anthophora*, *Bombus*, *Ceratina* e *Eucera*. Os ninhos artificiais instalados foram colonizados, sobretudo, por himenópteros do género *Osmia*.

Palavras-chave: pereira; polinizadores; abelhas; ninhos artificiais; *Osmia*

Abstract

The present work was aimed at studying the effect of insect pollinators in the production of fruits, identifying the major groups of flower visiting insects, determining the frequency of visits to flowers along the day, throughout the flowering period, and studying pollinators' behavior during flower visiting, in four orchards of 'Rocha' pear in the Oeste region, Portugal. The possibility of using artificial nests to enhance the colonization and maintenance of pear pollinator populations within the vicinity of pear orchards was also evaluated. The isolation of branches by net bags, in order to prevent the access of insect to flowers, significantly affected fruit setting, had some effect on fruit shape, did not influence fruit weight, and reduced the number of seeds per fruit. The number of flower visits varied in function of the orchards, the period of the day and the group of insects. Nectar was the resource more frequently collected by insects visiting pear flowers. Five Hymenoptera genera were identified in the orchards: *Andrena*, *Anthophora*, *Bombus*, *Ceratina* and *Eucera*. The artificial nests were colonized mainly by *Osmia* bees.

Keywords: pear; pollinators; bees; artificial nests; *Osmia*.

Extended Abstract

The importance of insects, in particularly the honeybee (*Apis mellifera* L.), as crop pollinators is well known, especially when cross-pollination is essential. However, the flowers of some insect pollinated crops, such as pear (*Pyrus communis* L.), are not very attractive to many insects, including the honeybee. In order to better understand the effect that pollinators have on the production of 'Rocha' pear, several experiments were conducted in the Oeste region of Portugal. These tests were carried out in four pear orchards, with different surroundings, such as other pear orchards, forest stands and natural vegetation areas. In one of the plots, a ground cover vegetation strip was installed with a mix of sowed flowering herbaceous plant species as part of Syngenta project "Operation Pollinator".

In order to evaluate the effect of insects pollinators in the production of fruits, before pear flowering, two flowers clusters were caged per tree, in a total of 25 trees per orchard with fine mesh nylon bags in order to prevent cross-pollination by insects, some near flowers were marked as control. The purpose of this experiment was to estimate the real impact of pollinators in the production of 'Rocha' pear in this region of Portugal, namely, the effect on fruit set, weight, shape (height / diameter) and number of seeds per fruit. The isolation of branches significantly affected fruit setting, had some effect on fruit shape, in the orchard with the herbaceous vegetation strip, where the isolated fruits were more elongated, did not influence fruit weight, and reduced the number of seeds per fruit. The orchards were subjected to different treatments, like the application of growth regulators, which may have influenced those parameters.

The possibility of using artificial nests to enhance the colonization and maintenance of pear pollinator populations within the vicinity of pear orchards was also evaluated. Artificial nests were placed turn to South in three of the four orchards before pear flowering. Those artificial nests were made of PVC cylinders filled with *Arundo donax* L. stems open in one end. After pear flowering, the colonized nests were collected to laboratory conditions, in order to identify the insects. The artificial nests were colonized mainly by *Osmia* bees.

For information on the diversity of potential insect pollinators present in three of the four plots a few specimens were captured, bring to laboratory conditions, where they were prepared and later identified as Diptera, Coleoptera and Hymenoptera, including the genera *Andrena*, *Anthophora*, *Bombus*, *Ceratina* and *Eucera*.

Another aim of this work was to identify the major groups of flower visiting insects, to determine the frequency of visits to flowers along the day, throughout the flowering period, and study their behavior during flower visiting. The number of flower visits

varied in function of the orchards, the period of the day and the group of insects. There were more insects in the orchard with more diverse surroundings, in sunny days with no wind and when more flowers were open. However, few insects of the Megachilidae family were observed. Nectar was the resource more frequently collected by insects visiting pear flowers (69 %).

Keywords: pear; pollinators; bees; artificial nests; *Osmia*.

Índice

Lista de Quadros	9
Lista de Figuras	9
I. Introdução	12
II. Revisão Bibliográfica.....	14
1. Pereira ‘Rocha’	14
1.1 História	14
1.2 Produção.....	14
1.3 Breve descrição da variedade	15
1.4 Partenocarpia	16
1.5 Polinização	18
1.5.1 Aspectos Gerais.....	18
1.5.2 Factores que influenciam a polinização	21
2. Insectos polinizadores	27
2.1 Abelha-doméstica.....	28
2.1.1 Aspectos Gerais.....	28
2.1.2 Técnicas de aumento da atractividade da cultura para as abelhas e aumento da polinização.....	30
2.2 Abelhões	32
2.3 Abelhas solitárias.....	33
III. Materiais e métodos.....	38
1. Caracterização das parcelas experimentais	38
2. Fenologia da pereira ‘Rocha’	40
2.1 Delineamento experimental	40
2.2 Observações efectuadas.....	40
3. Efeito dos polinizadores no vingamento dos frutos.....	40
3.1 Delineamento experimental	40
3.2 Observações efectuadas.....	41
3.3 Análise dos dados	41
4. Colonização de ninhos artificiais por abelhas.....	42
4.1 Delineamento experimental	42
4.2 Observações efectuadas.....	43
5. Actividade dos polinizadores e comportamento de colheita de pólen e néctar em flores de pereira ‘Rocha’	45

5.1	Delineamento experimental	45
5.2	Observações efectuadas.....	45
6.	Identificação dos principais grupos de insectos polinizadores presentes em pomares de pereira 'Rocha'	46
IV.	Resultados.....	47
1.	Fenologia da pereira 'Rocha'	47
2.	Efeito dos polinizadores no vingamento dos frutos.....	48
3.	Colonização de ninhos artificiais por abelhas.....	51
4.	Actividade dos polinizadores e comportamento de colheita de pólen e néctar em flores de pereira 'Rocha'	56
4.1	Evolução do número de visitas diárias de insectos a flores de pereira 'Rocha', ao longo do período de floração	56
4.2	Evolução do número de visitas de insectos a flores de pereira 'Rocha', ao longo do dia	57
4.3	Comportamento de colheita de pólen e néctar	59
5.	Identificação dos principais grupos de insectos polinizadores presentes nos pomares de pereira 'Rocha'	61
V.	Discussão	63
1.	Efeito dos polinizadores no vingamento dos frutos.....	63
2.	Colonização de ninhos artificiais por abelhas.....	65
3.	Actividade dos polinizadores e comportamento de colheita de pólen e néctar em flores de pereira 'Rocha'	66
4.	Identificação dos principais grupos de insectos polinizadores presentes nos pomares de pereira 'Rocha'	70
VI.	Conclusão	71
VII.	Referências bibliográficas	72
VIII.	Anexos	76

Lista de Quadros

Quadro 1. Insectos referenciados como polinizadores de pereira.	27
Quadro 2. Caracterização sumária das parcelas experimentais de pereira ‘Rocha’	39
Quadro 3. Número de canas colonizadas nos ninhos artificiais, insectos emergidos e sua identificação ao nível do género ou família.	51
Quadro 4. Número de canas com insectos emergidos mortos e casulos, a 16 de Setembro, e sua identificação ao nível do género ou família.....	52
Quadro 5. Identificação do pólen presente nos ninhos artificiais.	55
Quadro 6. Exemplares capturados nas diferentes parcelas.....	61
Quadro 7. Lista das espécies vegetais semeadas na faixa de vegetação herbácea do projecto “Operation Pollinator” (Syngenta, 2011a).....	84
Quadro 8. Condições meteorológicas nas diferentes parcelas, durante o período de observação.	89

Lista de Figuras

Figura 1. Representação esquemática de uma flor de macieira (adaptado de Wertheim & Schmidt, 2005).	16
Figura 2. Pormenor de uma flor de pereira ‘Rocha’ (original da autora).	16
Figura 3. Representação esquemática da (in)compatibilidade na pereira (adaptado de Wertheim & Schmidt, 2005). A – incompatível; B – semi-compatível; C – Totalmente compatível.	23
Figura 4. A – Parcela 2 – Quinta Nova da Ermegeira; B – Parcela 3 – Casal das Almargens; C – Parcela 4 – Casal Capitão (originais da autora).	39
Figura 5. Pormenor dos ramos isolados com redes de <i>nylon</i> e ramos marcados com fita (original da autora).....	41
Figura 6. Determinações efectuadas em laboratório: A – Peso; B – Diâmetro; C – Número de sementes (originais da autora).	41
Figura 7. Pormenor dos ninhos artificiais para abelhas (A e B) (originais da autora). ..	42
Figura 8. Disposição dos ninhos nas parcelas. A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão; D – Pormenor da faixa de vegetação herbácea do projecto “Operation Pollinator” a 26/05/2011 (originais da autora).	43
Figura 9. Etapas do estudo da colonização dos ninhos artificiais por abelhas: A – Pormenor de uma cana colonizada, com opérculo; B – Abertura das canas; C – Preparação dos espécimes emergidos (originais da autora).	44
Figura 10. Comportamento dos insectos nas flores de pereira ‘Rocha’ (original da autora).	46
Figura 11. Exemplares recolhidos preparados com alfinetes entomológicos (original da autora).	46
Figura 12. Evolução do estado fenológico da pereira ‘Rocha’ ao longo do período de observação nas diferentes parcelas: A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão (Quadro 2).....	47

Figura 13. Evolução da fenologia da pereira 'Rocha'. A – Botão rosa (E); B – Plena floração (F); C – Queda das pétalas (G e H); D – Vingamento (I); E – Frutos em desenvolvimento (J) (originais da autora).	48
Figura 14. Percentagem de vingamento inicial (11 de Maio de 2011) registada em ramos isolados com sacos de rede e em ramos-testemunha nas diferentes parcelas. 49	
Figura 15. Relação Altura/Diâmetro nas diferentes parcelas e tratamentos, a 25 de Julho de 2011. Colunas com letras idênticas, ao nível de cada parcela, não diferem significativamente entre si ($p=0,05$) (teste t para amostras emparelhadas).	49
Figura 16. Peso médio dos frutos nas diferentes parcelas e tratamentos, a 25 de Julho de 2011.	50
Figura 17. Número médio de sementes por fruto nas diferentes parcelas e tratamentos, a 25 de Julho de 2011.	50
Figura 18. Exemplos de insectos emergidos: A – <i>Osmia</i> (macho) (Hymenoptera: Apidae); B – <i>Osmia</i> (fêmea) (Hymenoptera: Apidae); C – <i>Ancistrocerus</i> (Hymenoptera: Vespidae); D – Bombyliidae (Diptera) (originais da autora).	52
Figura 19. Interior das canas colonizadas recolhidas nas diferentes parcelas, nos ninhos artificiais instalados: A – cana com cinco células, com opérculos de lama (Quinta Nova da Ermegeira); B – cana com 15 células, com opérculos de lama (Quinta Nova da Ermegeira); C – cana com dois conjuntos de células separados; D – cana com parasitas (Quinta Nova da Ermegeira); E – cana com casulos; F – cana com células feitas com folhas (Casal das Almargens); G – cana com opérculos de material vegetal e de lama (Casal Capitão); H – pormenor de pólen da espécie <i>Echium plantagineum</i> , num dos ninhos; I – pormenor de pólen da espécie <i>Centaurea cyanus</i> , num dos ninhos; J – pormenor de pólen da espécie <i>Centaurea segetum</i> , num dos ninhos (originais da autora).	54
Figura 20. Número de visitas diárias dos diferentes grupos de insectos em flores de pereira 'Rocha', ao longo do período de floração, nas três parcelas estudadas: A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão (Quadro 2); para definição dos estados fenológicos ver Anexo IV.	56
Figura 21. Evolução do número de visitas dos diferentes grupos de insectos em flores de pereira 'Rocha', ao longo do dia, nas três parcelas estudadas, durante o período de floração: A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão (Quadro 2).	58
Figura 22. Distribuição de frequência absoluta (A: Nº observações) e relativa (B: em percentagem) dos diferentes grupos de himenópteros observados nas flores de pereira, em função do tipo de comportamento de recolha de pólen e néctar.	60
Figura 23. Duração média das visitas dos diferentes grupos de insectos às flores de pereira.	60
Figura 24. Exemplares capturados: A e B – <i>Andrena</i> ; C – <i>Anthophora</i> ; D – <i>Bombus terrestris</i> ; E – <i>Ceratina</i> (fêmea); F – <i>Ceratina</i> (macho); G – <i>Eucera</i> (fêmea); H – <i>Eucera</i> (macho); I – Diptera: Bibionidae; J – Diptera: Syrphidae; K – Coleoptera: Melyridae; L – Coleoptera: Scarabaeidae; M – Coleoptera: Lycidae (originais da autora).	62
Figura 25. Tratamentos fitossanitários realizados na parcela 1 (Várzea).	76
Figura 26. Tratamentos fitossanitários realizados na parcela 2 (Quinta Nova da Ermegeira).	77
Figura 27. Tratamentos fitossanitários realizados na parcela 3 (Casal das Almargens).	78

Figura 28. Tratamentos fitossanitários realizados na parcela 4 (Casal Capitão).....	80
Figura 29. Delimitação da parcela 1 (Várzea) (Fonte: Google Maps).	81
Figura 30. Delimitação da parcela 2 (Quinta Nova da Ermegeira) e posição dos ninhos artificiais para abelhas (círculo laranja) (Fonte: Google Maps).	81
Figura 31. Delimitação da parcela 3 (Casal das Almargens) e posição dos ninhos artificiais para abelhas (círculo laranja) (Fonte: Google Maps).	82
Figura 32. Delimitação da parcela 4 (Casal Capitão) e posição dos ninhos artificiais para abelhas (círculo laranja) (Fonte: Google Maps).	82
Figura 33. Representação esquemática da disposição de misturas na faixa de vegetação herbácea do projecto “Operation Pollinator” (Syngenta, 2011a).....	83
Figura 34. Estados fenológicos da pereira (Adaptado de SNAA, 2010).	85
Figura 35. Compatibilidade genética entre as principais cultivares de pereira em Portugal (adaptado de Mota & Oliveira, 2009).	90

I. Introdução

A pereira 'Rocha' é uma cultivar de origem portuguesa, cuja produção se concentra na região Oeste, onde os factores edafo-climáticos e o saber popular são fundamentais para a obtenção deste produto, com qualidades organolépticas apreciadas e reconhecidas mundialmente (ANP, 2011).

Em 1994/95, registou-se a maior produção de pêra 'Rocha' até então, impondo-se assim no mercado externo, com 16 % da produção comercializada. Esta campanha fez da 'Rocha' um dos principais frutos de exportação portuguesa, em quantidade e valor. No entanto, 70% da produção da pêra 'Rocha' destina-se ao mercado nacional (ANP, 2011).

De modo geral, as pereiras são classificadas como auto-estéreis ou auto-incompatíveis, necessitando portanto de polinização cruzada (Free, 1970; Medeira & Avelar, 1988). Na região Oeste, a polinização da pereira 'Rocha' é, entre outros factores, um problema, devido à tendência adquirida pelos fruticultores de plantar apenas esta cultivar (Alexandre *et al.*, 2001).

Dada a capacidade da 'Rocha' produzir frutos partenocárpicos, em anos de condições climáticas adversas, os produtores aplicam produtos à base de giberelinas ou auxinas sintéticas, quando 20 a 50 % das flores estão abertas, para estimular a partenocarpia natural e incrementar o vingamento (Alexandre *et al.*, 2001). Autores como Moriya *et al.* (2005) compararam características dos frutos partenocárpicos e dos frutos com sementes, em algumas variedades europeias de pêra, concluindo que, na maioria das cultivares, os frutos sem sementes eram mais pequenos, continham menor teor em sólidos solúveis do que os frutos com sementes, e a maioria era deformada, com elevada razão altura/diâmetro. No caso da 'Rocha', sabe-se que os frutos com menos sementes são mais susceptíveis ao desprendimento das árvores. Pelo contrário, os frutos com maior número de sementes apresentam maiores calibres e forma menos alongada. Estes frutos com muitas sementes e bem polinizados são normalmente mais ricos em açúcares, têm polpa mais consistente, apresentando menores perdas de peso e melhor conservação em câmara frigorífica. De modo geral, a epiderme destes frutos é, também, menos susceptível à carepa (Silva, 2001).

Para garantir a polinização cruzada, espécies como a pereira necessitam de insectos polinizadores. São vários os insectos referenciados como polinizadores desta fruteira, entre eles, algumas abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) como *Andrena* e *Osmia* (Free, 1970; Krunic & Stanisavljević, 2006). Vários estudos têm sido efectuados com diferentes espécies de *Osmia*, em diferentes regiões, na polinização de pomares. Krunic & Stanisavljević (2006) constataram que a espécie *Osmia cornuta*

(Latr.) visita intensamente as flores de pereira, mesmo na presença de infestantes e outras fruteiras. Em relação a esta espécie, na tentativa de manter as suas populações no pomar, garantindo a polinização, também têm sido realizados estudos no sentido de perceber se estas colonizam ninhos artificiais fornecidos pelo homem, tendo os resultados sido encorajadores (Benedek, 2008).

Em Portugal, no que respeita à polinização por insectos, vários estudos foram realizados em pomares de pereira 'Rocha', nomeadamente, a utilização de colmeias na polinização desta fruteira (Andrade, 1996); tratamentos indutivos na polinização por *Apis mellifera* L. (Branco, 1998); avaliação da polinização e partenocarpia (Silva, 1998) e análises da colecta de pólen de *Apis mellifera* L. (Pimentel, 2000).

Sendo a polinização necessária para obtenção de frutos com sementes e portanto de melhor qualidade, este trabalho, que está inserido no âmbito do projecto "Operation Pollinator" da empresa Syngenta, teve como objectivos estudar o efeito que os insectos polinizadores têm na produção de frutos, identificar os principais grupos de insectos que visitam as flores, determinar a frequência de visitas ao longo do dia, durante o período de floração, e estudar o seu comportamento ao visitar as flores, em pomares de pereira 'Rocha', na região Oeste. Pretendeu-se também avaliar a possibilidade de utilizar ninhos artificiais para fomentar, na vizinhança dos pomares, a colonização e manutenção de populações de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) com preferência por pólen de pereira, como as do género *Osmia*, entre outras.

II. Revisão Bibliográfica

1. Pereira ‘Rocha’

1.1 História

A pereira (*Pyrus communis* L.) é uma espécie originária das regiões montanhosas da Ásia Menor. A sua selecção varietal começou na época do império Romano, desenvolvendo-se na Europa a partir do século XVIII (Tasei, 1984).

Em 1836, foi identificada no concelho de Sintra, na propriedade do Senhor Pedro António Rocha, uma variedade diferente de pereira, com frutos de qualidade invulgar, obtida possivelmente por via seminal (Pimentel, 2000), que terá estado na origem da variedade portuguesa denominada ‘Rocha’, em homenagem ao seu proprietário. A partir de garfos dessa árvore mãe, a pereira ‘Rocha’ tem conquistado os pomares nacionais, com principal relevo na região Oeste, visto que aí se reúnem um conjunto de condições edafo-climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento (Andrade, 1996).

1.2 Produção

A China é o maior produtor de pêra a nível mundial, contribuindo anualmente com mais de 50% para a produção total. A União Europeia (UE-25), que é o segundo maior produtor, representa cerca de 17 % da produção mundial, destacando-se a Espanha e a Itália como os principais produtores. A produção nacional corresponde a cerca de 7% da produção da UE-25. Os Estados Unidos da América e a Argentina ocupam, respectivamente, a 3ª e 4ª posição (GPP, 2011: dados de 2006).

Produzem-se variedades ditas de conservação e meia estação, ou seja, variedades que possuem elevado poder de conservação em estruturas de frio convencional e atmosfera controlada, nomeadamente, ‘Rocha’, ‘Passe Crassane’, ‘General Leclerc’, ‘Doyenné du Comice’, e variedades de Verão, cuja campanha é curta, concentrando-se entre Junho e Agosto, devido ao fraco poder de conservação que apresentam, nomeadamente, ‘Lawson’, ‘Carapinheira’, ‘Morettini’, ‘Clap’s Favourite’, ‘Pérola’, ‘D. Joaquina’ (GPP, 2011: dados de 2006).

Em Portugal, em 2009, a cultura de pereira encontrava-se distribuída por uma área de 12.820 ha, com uma produção de 249.109 t (FAO, 2011).

Apesar de países como a França, a Espanha e o Brasil possuírem pomares de pêra ‘Rocha’, é em Portugal que se produz mais de 99 % desta variedade a nível

mundial. Cerca de 97 % da área de pereira no país corresponde a esta variedade, sendo a maior região produtora a região Oeste, com mais de 95 % da área total (ANP, 2011).

Segundo a Associação Nacional de Produtores de Pêra 'Rocha' (2011), a área de produção desta variedade concentra-se na região Oeste, na orla marítima, desde Sintra até Leiria. A produção desta pêra abrange os concelhos de Sintra, onde se estima que actualmente existam apenas 120 ha de pereiras, dispersos por explorações de carácter familiar, sendo os oito principais concelhos produtores de pêra 'Rocha' os concelhos do Cadaval, Bombarral, Torres Vedras, Caldas da Rainha, Alcobaca, Lourinhã, Óbidos e Mafra. Também no Alentejo, Trás-os-Montes e Beira Interior se produz pêra 'Rocha', embora em menores quantidades.

1.3 Breve descrição da variedade

A pereira 'Rocha' é uma variedade de vigor e porte médio, apresentando uma entrada em produção precoce (Silva, 1998).

De modo geral, as plantas do género *Pyrus*, entre elas a pereira, são classificadas como auto-estéreis ou auto-incompatíveis, necessitando portanto de polinização cruzada, para uma frutificação satisfatória, quando não seja frequente a partenocarpia (Free, 1970; Medeira & Avelar, 1988).

A flor da pereira é constituída por diversas partes, com funções importantes e complementares. Na pereira, os órgãos masculinos e femininos encontram-se reunidos na mesma flor. Os estames são em número variável, frequentemente, superiores a 20. O pistilo é composto por cinco carpelos, formados por estiletos, que são livres até à sua base, estigmas e um ovário, no interior do qual se encontram os óvulos (Figura 1 e 2). Em cada carpelo, podem alojar-se duas sementes, pelo que um fruto pode ter no máximo 10 sementes (Silva, 2001; Wertheim & Schmidt, 2005).

A pereira 'Rocha' é uma variedade partenocárpica, isto é, tem a capacidade de desenvolver um número razoável de frutos partenocárpicos, ainda que não assegurem uma produção regular, em quantidade e qualidade (Medeira & Avelar, 1988; Alexandre *et al.*, 2001).

O período de floração está intimamente ligado ao frio invernal, sendo que a cultivar 'Rocha' é medianamente exigente em horas de frio, satisfazendo as suas necessidades com cerca de 550 horas abaixo dos 7 °C, entre 15 de Outubro e 15 de Fevereiro (Silva, 1998, Alexandre *et al.*, 2001).

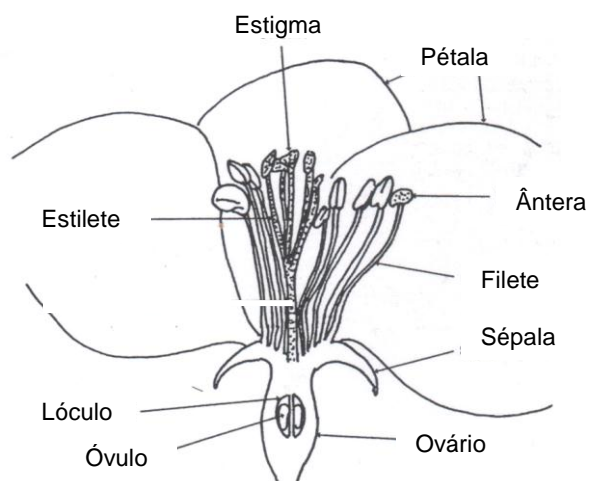


Figura 1. Representação esquemática de uma flor de macieira¹ (adaptado de Wertheim & Schmidt, 2005).



Figura 2. Pormenor de uma flor de pereira 'Rocha' (original da autora).

1.4 Partenocarpia

Designa-se por partenocarpia a formação de frutos sem sementes, que se desenvolvem sem que ocorra fecundação. A partenocarpia pode ser estimulativa, em que é necessário existir o estímulo da polinização, ou vegetativa, em que há desenvolvimento do fruto sem polinização (Westwood, 1978; Sedgley & Griffin, 1989).

¹ A flor de pereira difere da flor de macieira, pois na macieira os estiletes fundem-se e na pereira são livres até à sua base (Wertheim & Schimdt, 2005).

Mesmo em frutos partenocárpico é frequente algum desenvolvimento inicial das sementes, apesar de não ocorrer fertilização do ovário e, geralmente, não haver endurecimento do tegumento (Sedgley & Griffin, 1989).

Por vezes, o termo partenocarpia é usado de forma muito vaga, descrevendo os frutos sem sementes maduras, mas em muitos casos isso resulta da degeneração das sementes após a fertilização, designando-se este fenómeno por estenoespermocarpia (Sedgley & Griffin, 1989).

Nas pereiras, a partenocarpia é estimulativa (Sedgley & Griffin, 1989). No caso da pereira 'Rocha', os frutos podem mostrar algumas sementes "verdadeiras" e bem conformadas, resultado de uma fecundação parcial dos óvulos e de uma polinização insuficiente. Alguns frutos apresentam sementes rudimentares, que tiveram um ligeiro crescimento inicial, mas rapidamente abortaram (Silva, 2001).

Em 1991 levantou-se a hipótese de ocorrência de estenoespermocarpia em pereira 'Rocha', mas Silva (1998) verificou que em frutos partenocárpico, resultantes de isolamento, as sementes não apresentavam qualquer indício da presença de embrião, ainda que rudimentar.

O desenvolvimento partenocárpico pode ser induzido através da aplicação de reguladores de crescimento (Silva, 2006). No entanto, segundo Sedgley & Griffin (1989), os frutos partenocárpico induzidos por reguladores de crescimento são, muitas vezes, significativamente diferentes dos frutos resultantes da polinização. A utilização dos reguladores de crescimento surgiu para melhorar ou atenuar os "defeitos" da grande maioria das variedades de pereiras e macieiras difundidas pelos viveiristas. São vários os objectivos para os quais são utilizados, nomeadamente, redução do vigor, melhoria do vingamento, estimulação da partenocarpia, aumento da produtividade, monda química de frutos, redução da queda de pré-colheita e melhor adaptação das variedades a regiões com falta de frio invernal, garantindo melhor uniformização do abrolhamento dos gomos florais e foliares, especialmente em anos com número insuficiente de horas de frio, abaixo dos 7 °C (Soares *et al.*, 2003).

As giberelinas, a título de exemplo, estimulam o fenómeno da partenocarpia e, conseqüentemente, a produção de frutos sem semente, ou com sementes abortadas, cujos óvulos não foram fecundados. Nestes casos, pode ter havido polinização ou transferência de pólen entre flores, através das abelhas (Hymenoptera: Apoidea), mas por razões variadas o grão de pólen depositado no estigma, mesmo que tenha germinado e o tubo polínico tenha atingido o ovário, não chegou a fecundar nenhum dos óvulos, não se tendo formado, por isso, sementes verdadeiras ou viáveis (Soares *et al.*, 2003).

Silva (2001) refere que a pereira 'Rocha' tem a particularidade de produzir uma razoável quantidade de frutos partenocárpicos. Este autor afirma que o aumento do conhecimento técnico e prático nesta cultura fez com que, nos últimos anos, se explorasse exageradamente as suas capacidades partenocárpicas, sendo comum recorrer à pulverização com reguladores de crescimento (ácido giberélico e auxinas sintéticas), quando 20 a 50% das flores estão abertas. Esta técnica tem permitido a obtenção de boas produções em pomares onde não existem variedades polinizadoras, ou onde a actividade das abelhas é muito reduzida, uma vez que os frutos originados por partenocarpia natural não são capazes de sustentar produções economicamente viáveis.

1.5 Polinização

1.5.1 Aspectos Gerais

A polinização consiste na transferência do pólen dos estames para o estigma (Westwood, 1978; Sedgley & Griffin, 1989; Jean-Prost, 1985), sendo um processo bastante complexo, que é feito de diferentes formas, em diferentes espécies vegetais. No entanto, cerca de 80% das espécies de plantas com flores são polinizadas por animais. No decurso da sua evolução, as plantas com flores desenvolveram várias adaptações que lhes permitem atrair muitas espécies de animais, as quais utilizam o pólen e néctar como alimento, enquanto desempenham, simultaneamente, o papel de polinizadores (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Os insectos são atraídos e mantidos sobre as flores a polinizar, através da secreção do néctar e produção de pólen (Pimentel, 2000). Além destas recompensas, as flores desenvolveram outras formas de atracção, como a cor, a forma e o odor. Estas apresentam cores dentro do espectro cromático percebido pela visão dos insectos. Quando as abelhas visitam flores de uma só cor, tornam-se condicionadas a isso e não mostram interesse por flores de cores diferentes. No entanto, quando uma espécie possui flores de mais do que uma cor, as abelhas mudam facilmente entre elas e, assim, provavelmente ignoram a cor como elemento distintivo (Free, 1970).

As relações entre as plantas e os insectos polinizadores datam de há mais de 800 milhões de anos, sendo muito estreitas e benéficas para ambos (Branco, 1998). Os insectos polinizadores contribuem para a polinização das flores visitadas, garantindo a perpetuação das espécies; por outro lado, obtêm das flores o pólen e o néctar de que necessitam para a sua alimentação (Pesson, 1984; Branco, 1998). Como a maioria do

néctar é segregado em nectários que se encontram na parte mais profunda da flor, os insectos ao recolhê-lo, tocam nas anteras, arrastando consigo os grãos de pólen que aderem aos pêlos do seu corpo. Quando o insecto visita outra flor, parte do pólen contido no seu corpo vai cair no estigma desta, ocorrendo assim a polinização (Jean-Prost, 1985; Andrade, 1996; Wertheim & Schmidt, 2005).

Mas existem também visitantes ineficientes no que toca à polinização, como é o caso de pequenos insectos, que se podem alimentar nas flores, sem contactar com qualquer órgão; aves ou abelhas que aprenderam a simplificar a recolha de néctar, cortando a base da corola, não contactando assim com o estigma, e insectos de maiores dimensões, aves e mamíferos que se alimentam de forma destrutiva, impedindo o desenvolvimento do fruto (Sedgley & Griffin, 1989).

Para que um insecto seja considerado um bom polinizador, deve reunir uma série de condições, tais como: fazer visitas regulares às flores no momento da maior receptividade (ântese); trabalhar em todas as condições climáticas susceptíveis de ocorrer durante o período de floração; visitar muitas flores de muitas árvores, mas manter-se constante na mesma espécie; transportar cargas significativas de pólen viável; manter um contacto frequente com os estigmas das flores, de forma a permitir a polinização e estar presente em número suficiente para efectuar toda a transferência de pólen necessária, em cada estação, ao longo da vida produtiva do pomar (Sedgley & Griffin, 1989).

De todas as espécies de insectos polinizadores, as abelhas são as mais significativas. Até ao momento, foram descritas cerca de 20.000 espécies de abelhas; muitas delas utilizam o pólen e néctar de diversas flores na alimentação dos adultos e das larvas (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Das diversas espécies de abelhas descritas actualmente, apenas um pequeno número é utilizado comercialmente na polinização de culturas, incluindo espécies sociais e solitárias (Bosch & Kemp, 2002).

Das espécies de abelhas que utilizam pólen e néctar das flores para a sua alimentação, a mais amplamente distribuída e, consequentemente, a mais significativa é a abelha-doméstica, *Apis mellifera* L. (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Tal como muitas outras plantas, as flores das rosáceas evoluíram para a polinização entomófila, pois são bastante grandes, coloridas, perfumadas e produzem pólen e néctar (Wertheim & Schmidt, 2005).

A maioria das cultivares comerciais de pereira são auto-incompatíveis, pelo que produzem mais frutos ou frutos de melhor qualidade quando sujeitas a polinização cruzada (Monzón *et al.*, 2004). Mesmo em cultivares onde é frequente a partenocarpia,

de modo geral, uma maior frutificação depende também deste tipo de polinização (Sedgley & Griffin, 1989; Maccagnani *et al*, 2003).

Para que a polinização cruzada seja eficaz, devem ser asseguradas algumas condições necessárias (Silva, 1998):

- existência nas proximidades de uma variedade com pólen compatível com a variedade a polinizar;
- sincronização da floração entre ambas as variedades;
- transporte dos grãos de pólen para o estigma das flores a polinizar, principalmente por insectos polinizadores;
- condições climáticas favoráveis.

Muitas vezes, são utilizadas colónias de *A. mellifera* na polinização da pereira. Contudo, as flores da pereira não são muito atractivas para aquela espécie, uma vez que produzem pequenas quantidades de néctar, com baixo teor em açúcar (Sedgley & Griffin, 1989; Free, 1970; Maccagnani *et al*, 2003). Segundo Tasei (1984), uma flor de pereira pode segregar entre 0,8 e 2 mg de néctar por dia, mas este não é muito concentrado e contém pouca sacarose. Apesar disso, alguns autores referem que a abelha doméstica é responsável por 80% da polinização da pereira (Andrade, 1996).

Segundo Andrade (1996), as obreiras de abelha-doméstica têm a particularidade de, em cada viagem, visitarem unicamente flores da mesma espécie, até que esta fonte de pólen ou néctar se esgote. Free (1970) refere que quando aquelas visitam flores de pereira, frequentemente mudam para outras árvores de fruto, ou para outras plantas mais apetecíveis, quando estas começam a florir. Verificou-se que, a quantidade de pólen de pereira recolhido durante as primeiras 6 horas, após a instalação de duas colónias de abelhas num pomar em plena floração, diminuía de 85% para 49%, pois as abelhas abandonavam o pomar em busca de outras fontes de pólen (Andrade, 1996).

O facto de a abelha-doméstica preferir flores de determinadas espécies, em detrimento de outras, deve-se a vários factores, nomeadamente, factores genéticos, factores ligados à morfologia da flor e da abelha, existência de vegetação infestante sob o pomar, ou de outras espécies cultivadas nas proximidades deste e ainda à facilidade de extracção do néctar (Andrade, 1996). Segundo Branco (1989), as abelhas-domésticas procuram fontes de pólen que lhes são mais apropriadas, segundo critérios como a economia de esforço, atractividade e o valor nutritivo.

Free (1970) refere que o ritmo com que as abelhas-domésticas visitam as flores depende da quantidade de néctar e pólen presente, a qual varia com o tipo e o estado de desenvolvimento da flor, com as condições climáticas e com o número de insectos existente.

A secreção de néctar é influenciada pela maturação do estigma e estames e, muitas vezes, também, pela idade da flor, sendo geralmente maior no(s) primeiro(s) dia(s) em que a flor está aberta, do que mais tarde (Free, 1970).

A temperatura óptima para a secreção de néctar e a temperatura máxima acima da qual ele deixa de ser segregado variam consoante as espécies e o seu conhecimento ajuda a determinar as regiões onde as diferentes espécies vegetais podem ser cultivadas comercialmente. Independentemente da temperatura, a secreção de néctar é maior num dia de sol, do que num dia nublado, reflectindo o facto dos açúcares do néctar serem produtos da fotossíntese, que, por sua vez, é influenciada pela luz solar. Também a humidade do solo, a pressão atmosférica, o tamanho dos nectários e a posição da flor na planta, podem influenciar a quantidade de néctar segregado (Free, 1970).

Segundo Free (1970), os factores mais importantes que influenciam a atractividade do néctar são a sua abundância e concentração em açúcar. Apesar de diferentes espécies e variedades poderem ter néctar com diferentes concentrações médias de açúcar, mesmo dentro de uma única flor a concentração de açúcar está sujeita a flutuações consideráveis, devido à exposição ao vento e à chuva, e a alterações de temperatura e humidade relativa do ar. Assim, a atractividade de uma espécie pode variar em diferentes momentos do dia e em diferentes estados de floração.

Relativamente à pereira, considera-se uma polinização satisfatória quando cerca de 5% das flores são polinizadas. Uma deficiente polinização é, muitas vezes, a causa de baixas taxas de vingamento, queda dos frutos antes da maturação e deformação dos frutos (Silva, 1998).

1.5.2 Factores que influenciam a polinização

Compatibilidade / Incompatibilidade

As plantas podem ser divididas em auto-férteis, isto é, se podem produzir frutos com sementes quando polinizadas com o seu próprio pólen; parcialmente auto-férteis, se produzem frutos com sementes quando polinizadas com o seu próprio pólen, embora os frutos resultantes da polinização cruzada sejam em maior quantidade e de melhor qualidade; ou auto-estéreis, se só produzem frutos com sementes, quando polinizadas com pólen de outras cultivares (Free, 1970; Andrade, 1996). Assim, é

necessário garantir a presença de cultivares polinizadoras adequadas, quando a cultura principal é total ou parcialmente auto-estéril (Westwood, 1978).

Em muitas plantas, a auto-polinização não resulta em fecundação, uma vez que o seu próprio pólen (“auto-pólen”) é impedido de germinar ou penetrar no estigma ou o crescimento do tubo polínico é inibido no estilete. Este é um mecanismo genético natural para assegurar a polinização cruzada, cujo objectivo é proporcionar à descendência uma maior diversidade genética, proporcionando-lhe assim alguma vantagem de sobrevivência (Westwood, 1978; Wertheim & Schmidt, 2005). No entanto, na produção frutícola, onde apenas uma ou duas cultivares são produzidas, a incompatibilidade é um problema e não uma vantagem (Westwood, 1978).

A reacção de incompatibilidade, propriamente dita, dá-se entre o pólen e o pistilo. A complicada relação pólen-pistilo, na auto-incompatibilidade é controlada por um complexo multi-gene, situado num local específico (S-locus), num dos cromossomas. Este complexo de genes é muito polimórfico; existem várias versões, designadas por alelos, indicados como S_1 ou S_2 , etc. Os genes presentes no *locus* S são responsáveis pela produção de certas proteínas que regulam a (in)compatibilidade (Wertheim & Schmidt, 2005).

Existem dois sistemas de auto-incompatibilidade, o esporofítico e o gametofítico. No esporofítico, o comportamento do pólen é determinado pelo genótipo diplóide da planta que o produz (esporófito), enquanto no sistema gametofítico, que é o mais comum, o comportamento do pólen é determinado pelo seu próprio genótipo haplóide (gametófito) (De Nettancourt, 1993; Wertheim & Schmidt, 2005).

As plantas do género *Pyrus*, nomeadamente a pereira, são classificadas como auto-estéreis (Free, 1970) e possuem um sistema de auto-incompatibilidade homomórfico gametofítico (De Nettancourt, 1993). É homomórfico visto que se produz em flores idênticas e gametofítico porque a incompatibilidade surge desde que o alelo S, contido no grão de pólen, exista igualmente no pistilo (Medeira & Avelar, 1988). Neste tipo de sistema, o pólen pode germinar e penetrar no estigma, mas é incapaz de fecundar os óvulos que contenham um alelo S idêntico àquele de que é portador, devido ao bloqueio do crescimento do tubo polínico através do estilete (Wertheim & Schmidt, 2005; Tavares *et al.*, 2009) (Figura 3).

No caso da pereira ‘Rocha’, Medeira & Avelar (1988) verificaram que a auto-incompatibilidade não é absoluta, uma vez que apesar dos vingamentos resultantes da auto-polinização terem sido baixos, houve desenvolvimento de frutos com sementes.

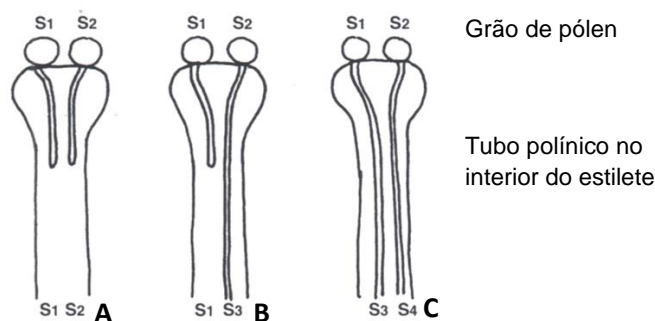


Figura 3. Representação esquemática da (in)compatibilidade na pereira (adaptado de Wertheim & Schmidt, 2005). A – incompatível; B – semi-compatível; C – Totalmente compatível.

Escolha e colocação das polinizadoras

Tal como já foi referido, em culturas auto-incompatíveis, é necessário garantir a presença de variedades polinizadoras. Silva (2001) refere que para aumentar o sucesso da polinização, na pereira ‘Rocha’, devem usar-se duas variedades de polinizadoras, uma para a primeira fase de floração e outra para a segunda fase. A escolha das variedades polinizadoras deve ter em conta vários factores. Estas devem ser compatíveis com a variedade principal e o seu período de floração deve preceder ligeiramente o da variedade a polinizar, de forma a otimizar a polinização (Westwood, 1978). A produção de grande quantidade de pólen viável, com elevado poder germinativo, e de frutos com valor comercial, são também atributos importantes na variedade polinizadora (Free, 1970).

O número de árvores polinizadoras depende de vários factores, nomeadamente, o clima, o valor comercial dos frutos produzidos, o grau de auto-fertilidade da cultivar principal e as populações existentes de insectos polinizadores. A escolha da relação entre o número de árvores da cultivar principal e de árvores polinizadoras deve atingir um equilíbrio que garanta uma produção adequada. Isto implica o estabelecimento de compromisso entre a necessidade de se assegurar uma polinização eficaz e a conveniência, em termos económicos, de reduzir ao mínimo o número de polinizadoras (Silva, 1998; Wertheim & Schmidt, 2005).

Em áreas onde a actividade das abelhas, durante a floração, é reduzida, devido às más condições meteorológicas, a proximidade das polinizadoras resultará num maior vingamento, pelo que a disposição das mesmas é de grande importância. A situação ideal, em termos de polinização, é ter o mesmo número de árvores polinizadoras e de árvores da cultivar principal. Como as abelhas tendem a trabalhar ao longo das linhas em vez de transversalmente a estas, é desejável que as polinizadoras sejam colocadas juntamente com a cultivar principal, em cada linha (Westwood, 1978). Considerando a preferência das abelhas por umas cultivares em

detrimento de outras, deve ter-se em atenção a atractividade das árvores para as abelhas, pelo que é importante escolher uma polinizadora igualmente atractiva em relação à cultivar principal (Free, 1970; Wertheim & Schmidt, 2005).

Duração do período efectivo de polinização

O período efectivo de polinização (PEP) é definido pela diferença entre a longevidade dos óvulos e o intervalo de tempo entre a polinização e a fertilização, isto é, o tempo necessário para o crescimento do tubo polínico. A duração do PEP é, portanto, influenciada pelos factores que condicionam a longevidade dos óvulos e a velocidade de crescimento do tubo polínico (Westwood, 1978), nomeadamente a temperatura (Sedgley & Griffin, 1989). Este período pode ainda variar para diferentes variedades e para diferentes anos (Free, 1970).

Sedgley & Griffin (1989) referem que, no sul de Inglaterra, as pereiras 'Doyenné du Comice' apresentam um PEP de apenas um dia, enquanto as pereiras 'Conference' apresentam um PEP de até 10 dias.

Trabalhos realizados em 1972 mostraram que, em pereira, a taxa de crescimento do tubo polínico é extremamente afectada pela temperatura. A 5 °C eram necessários 12 dias para completar o crescimento do tubo polínico, enquanto a 15 °C apenas dois dias. Verificou-se que os óvulos de pereira eram viáveis durante 11 dias, pelo que a 5 °C o PEP era zero, enquanto a 15 °C era de 9 dias. (Westwood 1978).

Também a longevidade dos óvulos não é constante, variando com a espécie, temperatura e estado nutricional (Westwood, 1978). A fertilização suplementar com azoto, no fim do Verão, poderá incrementar o vingamento do ano seguinte, por aumentar tanto, o período de receptividade estigmática, como o período de longevidade dos óvulos (Medeira & Avelar, 1988).

Visto que, na pereira, este período pode ser muito curto, enfatiza-se a necessidade de uma polinização eficiente, o mais próximo da ântese possível (Sedgley & Griffin, 1989), uma vez que os estigmas das flores estão receptivos assim que as flores abrem (Free, 1970). Após o PEP, uma polinização suplementar não vai aumentar o vingamento (Sedgley & Griffin, 1989).

Viabilidade do pólen

Algumas cultivares produzem pequenas quantidades de pólen, de reduzida viabilidade ou com baixo poder germinativo, como é o caso das maçãs triplóides. Em condições de campo, a temperaturas moderadas, elevada humidade e intensidade luminosa, o pólen é normalmente viável por apenas algumas horas (Westwood, 1978).

Factores edafo-climáticos

Os factores edafo-climáticos podem influenciar adversamente a polinização e, consequentemente, o vingamento, quer pela acção directa na actividade das abelhas, que não voam bem com chuva, ventos fortes ou temperaturas abaixo de 10 °C (Westwood, 1978), quer pelos efeitos no desenvolvimento floral das espécies, influenciando o momento e duração do período de floração, nomeadamente no controlo da abertura dos gomos, deiscência das flores e produção do néctar, bem como no período efectivo de polinização (Sedgley e Griffin, 1989; Godinho, 1990).

Temperatura

A temperatura, por um lado, afecta a disponibilidade em grãos de pólen, por outro, influencia a transferência do pólen para o estigma, uma vez que vai afectar a actividade das abelhas. Na nossa latitude, as abelhas apresentam maior actividade quando a temperatura ambiente se encontra entre 15 – 26 °C, cessando esta para temperaturas inferiores a 10 °C e superiores a 32 °C. Com temperaturas superiores a 32 °C, a actividade das abelhas concentra-se exclusivamente no transporte de água para refrescar a colmeia (Silva, 1998).

A quantidade de néctar produzida é, também, afectada pela temperatura. A secreção de néctar ocorre, apenas, acima de um determinado limite de temperatura, que varia com a espécie em causa (Free, 1970).

Precipitação

A precipitação é prejudicial à fecundação, pois pode diluir ou arrastar secreções estigmáticas, impedindo a germinação do pólen. A precipitação pode, ainda, levar a arrastamento do pólen, lavando-o do estigma, quando recentemente depositado sobre este (Pimentel, 2000).

Godinho (1990) avaliou os efeitos das condições atmosféricas na recollecção polínica, concluindo que a precipitação é o factor mais influente. Este factor afecta a recolha de pólen devido a dificuldades mecânicas de armazenamento deste na corbícula da abelha, uma vez que a colecta de néctar se mantém sob chuva.

Vento

O vento é um factor importante em fruteiras anemófilas, isto é, aquelas em que este é o principal agente polinizador. No caso de espécies fruteiras como a pereira, o vento pode ser um factor prejudicial na altura da floração, uma vez que limita fortemente a actividade dos insectos. A recolha de pólen efectuada pelas abelhas

sofre redução significativa quando o vento atinge velocidades superiores a 18 km/h, cessando mesmo quando se atingem os 30 km/h (Silva, 1998), sobretudo se coincide com valores baixos de temperatura (Godinho, 1990). As abelhas tendem, portanto, a trabalhar nas zonas mais quentes das árvores e mais abrigadas do vento, pelo que, nas zonas mais frias e ventosas da árvore, a quantidade de frutos é mais reduzida (Westwood, 1978).

Se o vento for quente, torna-se especialmente prejudicial, uma vez que causa a dessecação dos estigmas e dos grãos de pólen, antecipando a queda das pétalas e senescência dos estiletes (Pimentel, 2000).

Humidade relativa

Tal como acontece com a temperatura, também a humidade relativa do ar tem influência na produção de néctar. Esta produção varia ao longo do dia, de acordo com a humidade relativa verificada (Free, 1970). Se a humidade for elevada, a concentração de açúcares no néctar diminui. Pelo contrário, baixas humidades relativas podem levar a *stress* hídrico e, conseqüentemente, diminuição da secreção de néctar e sua dessecação (Pimentel, 2000).

Nazaré (1995) refere que a humidade atmosférica excessiva contraria a libertação dos grãos de pólen. No entanto, é necessário um certo teor de humidade do ar para manter os estigmas receptivos.

Luz

Também a luz vai afectar a produção de néctar, uma vez que, como já foi referido, esta é maior num dia de sol, do que num dia nublado (Free, 1970).

Westwood (1978) refere que as abelhas tendem a trabalhar nas zonas mais iluminadas, em detrimento das zonas mais ensombradas, pelo que no interior das árvores a quantidade de frutos é mais reduzida do que nos ramos exteriores.

Presença de vegetação infestante e outras fontes de pólen

A polinização e o vingamento dos frutos das pereiras podem ainda ser afectados pela presença de flora infestante ou culturas existentes nas proximidades do pomar, que apresentem um período de floração coincidente com estas, especialmente se forem mais atractivas do que as flores da cultura a polinizar (Silva, 1998).

2. Insectos polinizadores

São várias as espécies de insectos, nomeadamente himenópteros e dípteros, que estão referenciadas como potencialmente polinizadoras de pereira, apresentando-se alguns exemplos no Quadro 1.

Quadro 1. Insectos referenciados como polinizadores de pereira.

Ordem	Família	Género	Espécie	Autor
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>A. mellifera</i> (L.)	Free, 1970; Krunić & Stanisavljević, 2006
		<i>Bombus</i>	<i>B. terrestris</i> (L.)	
			<i>B. impatiens</i> Cress.	Krunic & Stanisavljević, 2006
		<i>Melitturga</i>		
	Andrenidae	<i>Eucera</i>		Free, 1970
		<i>Andrena</i>		
	Halictidae	<i>Halictus</i>		
	Megachilidae	<i>Osmia</i>	<i>O. cornuta</i> (Latr.)	Krunic & Stanisavljević, 2006
			<i>O. rufa</i> (L.)	
			<i>O. cornifrons</i> (Radosz.)	
			<i>O. pedicornis</i> Cockerell	
			<i>O. lignaria</i> Say	
		<i>Megachile</i>	<i>M. rotundata</i> Fab.	
Diptera	Syrphidae	<i>Eristalis</i>		Free, 1970
		<i>Syrphus</i>		
	Bombyliidae	<i>Bombylius</i>		

Segundo Free (1970), os insectos polinizadores mais importantes são as abelhas solitárias, os abelhões e a abelha-doméstica. As abelhas solitárias têm a vantagem de transportar pólen sobre grandes áreas do seu corpo e levá-lo em condições mais secas, sendo por isso mais provável, este cair sobre os estigmas das flores que visitam. Os abelhões são insectos de grande dimensão, cujo corpo se apresenta coberto de pêlos, facilitando a aderência do pólen e contacto com o estigma da flor. A abelha-doméstica, apesar de polinizar algumas plantas de forma pouco eficiente, como é o caso das fruteiras, é considerada como polinizador universal devido à grande diversidade de espécies vegetais que poliniza (Krunic & Stanisavljević, 2006).

Sendo estes três grupos de insectos considerados os polinizadores mais eficientes de pereira (Free, 1970; Krunic & Stanisavljević, 2006), serão seguidamente abordados de forma mais aprofundada. Dentro das abelhas solitárias, seleccionou-se a espécie *Osmia cornuta* (Latr.), visto que esta visita intensamente as flores de

pereira, mesmo na presença de infestantes e outras árvores de fruto em floração (Krunić & Stanisavljević, 2006).

2.1 Abelha-doméstica

2.1.1 Aspectos Gerais

Como já foi referido, *A. mellifera* é a espécie mais significativa em termos de polinização (Krunić & Stanisavljević, 2006) e, embora, não seja muito atraída pelo néctar da pereira, é responsável por cerca de 80% da polinização desta fruteira (Andrade, 1996).

A abelha-doméstica vive em colónias, sendo por isso considerada um insecto social. Dentro da colónia, podem distinguir-se diferentes tipos de indivíduos, nomeadamente, uma fêmea fértil designada rainha, cuja função é pôr ovos, algumas centenas de machos, designados zangões, e inúmeras fêmeas estéreis, as obreiras, que são responsáveis por todas as tarefas da colónia, como por exemplo a recolha de alimentos (Free, 1970; Krunić & Stanisavljević, 2006).

Na natureza, as colónias de abelhas ocorrem em árvores ocas, grutas e abrigos semelhantes, mas estas podem ser facilmente induzidas a viver em colmeias artificiais. Usualmente, as colmeias consistem em caixas de madeira que contém uma série de molduras de madeira removíveis, nas quais as abelhas constroem os seus favos (Free, 1970).

O facto desta abelha poder ser facilmente manipulada pelo homem, não só aumentando o seu número na época mais adequada, mas também através do transporte de colmeias para o local desejado, constitui uma vantagem deste polinizador (Jean-Prost, 1985; Branco, 1998), uma vez que a abelha-doméstica tende a trabalhar próximo da colmeia, especialmente com tempo desfavorável, podendo no entanto, percorrer maiores distâncias, na busca de alimento (Free, 1970; Sedgley & Griffin, 1989).

As obreiras podem polinizar grande número de plantas cultivadas, já que visitam grande quantidade de flores num só dia e apresentam uma certa constância para a mesma espécie vegetal, enquanto obtiverem desta, alimento suficiente (Free, 1970; Andrade, 1996; Branco, 1998). Em 1876, Darwin salientou que esta constância relativamente à espécie vegetal visitada pelas abelhas é vantajosa, por facilitar a polinização cruzada. Mas não só as espécies vegetais beneficiam com este facto, uma vez que desta forma as abelhas conseguem recolher o néctar mais rapidamente, visto

não terem de aprender onde são os nectários de cada flor que visitam (Free, 1970). Mas Wertheim & Schmidt (2005) referem que a polinização cruzada efectuada pela abelha-doméstica pode ser limitada, uma vez que muitas vezes estas apresentam constância não só ao nível da espécie vegetal, mas ainda mais especificamente ao nível da cultivar, o que só é vantajoso em cultivares total ou parcialmente auto-férteis.

A abelha-doméstica possui adaptações especiais para o acondicionamento do pólen que é transportado para as suas colónias. Na tíbia das patas posteriores existe uma zona brilhante, a “cesta de pólen”, denominada corbícula, onde o pólen é armazenado em pelotas (Free, 1970; Jean-Prost, 1985).

Free (1970) refere que algumas obreiras apenas recolhem néctar, outras apenas pólen e outras ainda recolhem pólen e néctar, na mesma espécie vegetal e ao mesmo tempo, pelo que provavelmente as obreiras ajustam o seu comportamento total ou parcialmente de acordo com as necessidades da colónia.

As abelhas colectoras de néctar distinguem-se das colectoras de pólen pelo seu comportamento à chegada à flor. A abelha colectora de néctar quando pousa na flor coloca-se entre as anteras, de forma a sugar o néctar, que uma vez recolhido é armazenado no papo ou bolsa de mel. As abelhas colectoras de pólen, quando chegam a uma flor, tentam abrir as anteras, com auxílio das suas mandíbulas, e quando o seu corpo passa sobre estas, reveste-se de pólen. É este pólen que fica agarrado ao corpo do insecto que é transportado para outras flores, ocorrendo assim a polinização (Andrade, 1996).

Vários autores referem que as abelhas colectoras de pólen têm um papel mais importante na transferência de pólen, uma vez que ao recolherem o pólen das anteras, existe uma forte probabilidade de tocar o estigma (Wertheim & Schmidt, 2005), é menos provável ficarem ligados a uma planta que lhes forneça néctar em abundância (Sedgley e Griffin, 1989) e trabalham mais rapidamente que os colectores de néctar (Free, 1970). A transferência de pólen por abelhas colectoras de néctar depende da forma como o néctar é recolhido, o que nem sempre é igualmente eficaz (Wertheim & Schmidt, 2005). Verificou-se que as abelhas colectoras de néctar em pereira apresentavam muito pólen na cabeça e tórax (Free, 1970).

De acordo com Free (1970), a abelha-doméstica inicia a colheita de alimento com temperaturas acima de 13°C, pelo que é necessário que as temperaturas sejam superiores, com tempo calmo e ensolarado, para que a polinização seja eficaz.

2.1.2 Técnicas de aumento da atractividade da cultura para as abelhas e aumento da polinização

Quando a cultura que se pretende polinizar não é particularmente atractiva para as abelhas-domésticas, como acontece com a pereira 'Rocha', uma vez que as suas flores produzem pequenas quantidades de néctar, com baixo teor em açúcar (Free, 1970; Sedgley & Griffin, 1989; Maccagnani *et al.*, 2003), é importante contornar esse facto, tentando fixar as abelhas no pomar e promover a sua visita às flores.

Ao longo dos anos, têm-se realizado diversas experiências, cujo objectivo é aumentar a atracção das culturas para estes insectos, existindo já alguns métodos com esse fim, dependendo a sua utilização de questões económicas e de formação dos fruticultores (Andrade, 1996; Silva, 1998).

Xarope

Uma das técnicas utilizadas para aumentar a atractividade da pereira é alimentar as colónias com um xarope à base de extractos de flores de pereira. Esta técnica consiste na imersão das flores da cultura em causa, em xarope de açúcar durante algumas horas e posteriormente alimentar as colónias com este xarope. Teoricamente, as abelhas que são alimentadas com esta solução comunicam o odor da cultura alvo às restantes obreiras, que a irão visitar também (Free, 1970).

Trabalhos realizados por Branco (1998) mostraram que a utilização de um tratamento indutivo à base de xarope com extractos de flores de pereira não evidenciaram uma preferência pela recolha de néctar nas flores desta fruteira, em relação a outras colmeias que não tinham sido sujeitas a tal tratamento.

A pulverização das árvores com o xarope acima referido, não mostra muita eficácia, na medida em que é muito localizado (Andrade 1996).

Colocação de ramos de pereira 'Rocha' à saída das colmeias

Este método tem o mesmo objectivo que o xarope à base de flores de pereira, isto é, estimular as obreiras a procurarem flores idênticas àquelas (Andrade, 1996).

Melhoramento genético

Um outro método consiste no melhoramento genético da fruteira, seleccionando clones que segreguem maior quantidade de néctar e produzam maior quantidade de pólen (Andrade, 1996; Silva, 1998).

Práticas culturais

Diversas práticas culturais, nomeadamente, a fertilização, presença ou ausência de rega e correcto espaçamento das plantas, podem influenciar a secreção de néctar e consequentemente a atracção da cultura para as abelhas (Silva, 1998).

Colectores de pólen

Como já foi referido, as abelhas colectoras de pólen são geralmente mais valiosas em termos de polinização do que as colectoras de néctar, pelo que é benéfico aumentar o seu número. Tem sido observado que as colónias podem ser induzidas a aumentar a sua recolha de pólen, quando se remove parte do pólen carregado pelas abelhas à medida que estas entram nas colmeias (Free, 1970).

A remoção do pólen das abelhas pelos colectores de pólen consiste na retirada do pólen das patas e corpo destas, através da sua passagem por uns orifícios, com 5,5 mm de diâmetro, numa régua metálica (Andrade, 1996; Silva, 1998). Esta redução de alimento, leva a organização da colmeia a destacar mais abelhas para recolha de pólen em detrimento de néctar, aumentando o número de visitas das abelhas às flores e, consequentemente, beneficiando a polinização (Silva, 2001). Verificou-se que a remoção do pólen das patas das abelhas, ao fim de várias viagens sucessivas, altera o seu comportamento de colheita, isto é, passam de colectoras de pólen a colectoras de néctar (Free, 1970).

Andrade (1996) verificou que a colocação de colectores de pólen à entrada das colmeias, num pomar de pereira 'Rocha', conduziu a um notório aumento da polinização cruzada, do vingamento dos frutos e, consequentemente, da produção final desta fruteira. Do mesmo modo, trabalhos realizados por Silva (1998), num pomar de pereira 'Rocha', mostraram que a utilização de colectores de pólen levou a uma maior produção média por árvore.

Distribuidores de pólen

Os distribuidores de pólen são dispositivos instalados na entrada das colmeias, onde se colocam determinadas quantidades de pólen compatível de variedades polinizadoras, da cultura a polinizar, de modo a que as abelhas ao saírem da colmeia sejam forçadas a passar por este pólen, transportando-o. Quando visitam as flores da cultura alvo carregadas de pólen compatível, as abelhas podem imediatamente polinizá-las (Free, 1970).

2.2 Abelhões

Os insectos do género *Bombus*, vulgarmente conhecidos por abelhões, são, tal como a abelha-doméstica, insectos sociais, cujas colónias possuem uma organização, em muitos aspectos mais primitiva que a da abelha-doméstica mas mais avançada que a das abelhas solitárias. As colónias destes insectos são anuais e apenas as rainhas fertilizadas no Verão anterior vão hibernar, sobrevivendo ao Inverno. As rainhas emergem após a hibernação, entre o início da Primavera e o início do Verão, dependendo da espécie, e nas semanas seguintes consomem o pólen e néctar das flores. Com o surgir dos ovos, as rainhas iniciam a procura de locais susceptíveis de formar a sua futura colónia, tais como zonas inferiores de sebes, margens e terrenos não cultivados. Na maior parte das vezes, o local escolhido é um ninho abandonado de um pequeno mamífero ou ave, que consiste numa acumulação de erva, musgo ou folhas. Algumas espécies tendem a escolher locais subterrâneos, outras espécies, optam por locais mais superficiais. Escolhido o material do seu ninho, a rainha forma uma cavidade no centro, onde vai colocar um aglomerado de pólen, no topo do qual constrói um “copo” de cera onde vai depositar os ovos, selando-os com mais cera (Free, 1970).

Free (1970) refere a importância dos abelhões, como sendo dos mais eficientes em termos de polinização de muitas culturas, especialmente em flores em que o seu tamanho facilita a transferência de pólen, enquanto estes visitam os nectários, ou em flores com corolas estreitas e profundas, em que apenas insectos com línguas compridas conseguem aceder ao néctar. No entanto, algumas espécies de língua mais curta cortam a base das flores para chegar ao néctar, sendo por isso muito menos valiosas em termos de polinização do que as espécies cuja língua é mais comprida.

Este autor salienta ainda que, apesar de polinizadores eficientes, estes insectos são geralmente em número insuficiente para polinizar grandes áreas agrícolas. Além disso, o seu número mostra flutuações imprevisíveis de local para local e de ano para ano, pelo que, mesmo que num ano sejam relativamente abundantes, no ano seguinte podem ser muito escassos. Supõe-se, ainda, que as populações de abelhões tenham diminuído, devido ao cultivo intensivo da terra, que destruiu ninhos e locais de hibernação, ao uso de herbicidas que destruiu flores silvestres que lhes serviam de alimento, sobretudo na Primavera, bem como à aplicação de insecticidas.

Tal como acontece com a abelha-doméstica, também os abelhões possuem, nas patas posteriores, adaptações especiais para o transporte de pólen, as corbículas (Free, 1970; Andrade, 1996; Silva, 1998).

Em comparação com a abelha-doméstica, os abelhões são mais rápidos na sua tarefa e estão activos durante mais tempo (Pimentel, 2000). Estes insectos são, em geral, maiores que a abelha-doméstica e possuem corpo largo e peludo, pelo que podem ser considerados mais eficientes na polinização de certas cultivares (Free, 1970; Pimentel, 2000), uma vez que o seu tamanho facilita o contacto com o estigma. Estes insectos voam a temperaturas inferiores à abelha-doméstica, o que é vantajoso em situações de más condições climáticas e em cultivares de floração precoce (Wertheim & Schmidt, 2005). No entanto, as abelhas apresentam, também, algumas vantagens em relação aos abelhões, nomeadamente o facto de voarem de árvore em árvore, sempre na mesma linha, distanciando-se mais e orientando-se melhor em pleno voo, uma vez que utilizam vários sistemas de orientação durante o voo, como a visão, detectando pontos de referência como caminhos, filas de árvores, fontes de água, etc., e também a posição do Sol. Podem em simultâneo servir-se das feromonas produzidas pelas obreiras (Andrade, 1996).

Alguns autores afirmam que os abelhões contribuem pouco para a polinização da pereira (Andrade, 1996). No entanto, verificou-se que as abelhas dos géneros *Andrena* e *Bombus* visitavam entre 17 e 20 flores de pereira por minuto, respectivamente, quando procuravam pólen, enquanto a abelha-doméstica visita apenas 8 flores por minuto (Pimentel, 2000).

2.3 Abelhas solitárias

Com o desenvolvimento da agricultura, o uso de pesticidas assumiu cada vez mais importância na segunda metade do século passado. Esta tendência da utilização de pesticidas em larga escala, tem causado uma drástica redução no número de polinizadores nativos. Devido a esse e outros factores, como a propagação do ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman, a crescente urbanização e diversas formas de poluição ambiental, a abelha-doméstica não consegue desenvolver-se com o ritmo necessário para acompanhar as culturas que requerem polinização (Krunić & Stanisavljević, 2006). Por esta razão, a falta de polinizadores começou a ser sentida, em especial nos países onde o desenvolvimento da agricultura era superior. Krunić & Stanisavljević (2006) enfatizam que não é de estranhar que, na segunda metade do século passado e nos países mais desenvolvidos, se tenha começado a prestar especial atenção ao desenvolvimento da apicultura, reprodução de polinizadores nativos e sua protecção, tendo por base que um pomar sem colmeias não atinge a máxima produtividade.

O sucesso alcançado nos Estados Unidos da América, nas primeiras décadas da segunda metade do século passado, com o uso de abelhas solitárias, como *Megachile rotundata* Fab., na polinização de luzerna, enfatizou a necessidade de investigação de mais espécies de abelhas solitárias para a polinização de outras culturas (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Na mesma altura, no Japão, foram feitas as primeiras tentativas de polinização de pomares com abelhas solitárias do género *Osmia*, que desde o início apresentaram resultados satisfatórios. Encorajados pelos resultados obtidos pelos japoneses, vários estudos foram efectuados para determinar a eficiência na polinização de pomares de diversas espécies de *Osmia* nativas de cada país ou região (Krunić & Stanisavljević, 2006). Krunić & Stanisavljević (2006) referem que, na Europa, as espécies *Osmia cornuta* (Latr.) e *Osmia rufa* (L.) devem ser criadas como polinizadores efectivos de pomares. *Osmia rufa* encontra-se distribuída por praticamente toda a Europa, enquanto *O. cornuta* está presente, apenas, na sua metade sul.

Ambas as espécies, *O. cornuta* e *O. rufa*, são abelhas solitárias, isto é, cada fêmea vive sozinha durante o período activo e estabelece o seu ninho, no qual deixa a descendência, morrendo de seguida. A descendência emerge na Primavera seguinte, pelo que têm apenas uma geração por ano, sendo por isso designadas espécies univoltinas. Ao contrário do que se verifica nas espécies sociais, apenas se distinguem as fêmeas férteis e os machos. Todas as tarefas verificadas durante o período de actividade das abelhas solitárias são efectuadas pelas fêmeas férteis, nos seus próprios ninhos, que são ao mesmo tempo rainhas e obreiras (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Muitas abelhas solitárias, nomeadamente *O. cornuta* e *O. rufa*, são gregárias, ou seja, as fêmeas constroem ninhos independentes contiguamente, formando populações maiores ou menores, mas sem qualquer cooperação mútua ou antagonismo entre si (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Após a emergência, as fêmeas de *O. cornuta* acasalam várias vezes, com vários machos. Após o acasalamento cada fêmea começa a procurar um local adequado para construir o seu ninho. Esta procura pode durar um ou dois dias, e durante este período as fêmeas visitam as flores intensamente, para a sua própria alimentação. Durante o processo de procura dos ninhos, as fêmeas podem afastar-se significativamente do local de emergência, ou seja, pode ocorrer dispersão, que é um fenómeno regular, mas desfavorável para estas abelhas solitárias (Krunić & Stanisavljević, 2006).

As fêmeas de *O. cornuta* e *O. rufa* constroem os seus ninhos em diversos tipos de cavidades, nomeadamente orifícios de casas sem reboco e outros locais, como ninhos

abandonados de outros insectos. Até à data, não se observou nenhum tipo de antagonismo entre elas, excepto em condições de escassez de materiais de nidificação, onde por vezes as fêmeas de *O. cornuta*, sendo insectos mais robustos, ocupam um ninho no qual as fêmeas de *O. rufa* se tinham já instalado (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Escolhido o local para formar o ninho, as fêmeas de *O. cornuta* constroem uma série de células, de forma linear, separadas por partições de lama (Bosch, 1994). Geralmente a fêmea costuma recolher solo húmido, perto do ninho, de fendas ou túneis, onde este se encontra disponível. Utilizando as mandíbulas, as fêmeas fazem pequenas bolas de lama que transportam para o ninho. Estas bolas são moldadas em forma de anel, formando uma partição circular. Após construir a primeira partição, a fêmea recolhe pólen e néctar simultaneamente, em cada flor visitada. A fêmea entra no ninho, primeiro com a parte anterior do corpo, depositando o néctar, sai e volta a entrar, mas desta vez com a parte posterior em primeiro lugar, de forma a depositar o pólen que transporta numa espécie de escova de pêlos na parte ventral do abdómen. Em orifícios cujo diâmetro é superior a 9 mm, esta abelha pode virar-se no seu interior (Bosch, 1994; Krunić & Stanisavljević, 2006).

São vários os factores que influenciam a eficiência de recolha de pólen e néctar e a construção do ninho, nomeadamente, o tamanho da fêmea, a proximidade de flores como fonte de pólen e néctar, disponibilidade de materiais adequados para formar as células, diâmetro do ninho e condições meteorológicas. Para cada célula do ninho, a fêmea de *O. cornuta* transporta de oito a 20 cargas de pólen e néctar antes de colocar um ovo sobre elas. Para um ovo não fertilizado, a partir do qual se desenvolve um macho, é necessária uma menor quantidade de pólen e néctar, do que para um ovo fertilizado, a partir do qual se desenvolverá uma fêmea (Krunić & Stanisavljević, 2006). Normalmente, as fêmeas de *O. cornuta* colocam os ovos que originarão fêmeas nas células mais interiores e os ovos que originarão machos nas células mais exteriores, visto que os machos emergem uns dias antes das fêmeas. Após depositar o ovo, a fêmea vai recolher uma nova carga de lama para selar a partição (Bosch, 1994; Bosch & Blas, 1994; Bosch & Kemp, 2002).

A fim de serem comercializadas, as abelhas devem ter duas características particulares: serem espécies gregárias e utilizarem o material fabricado e oferecido pelo homem, para formarem os seus ninhos. Tanto *O. cornuta*, como *O. rufa* possuem estas duas características, pelo que é possível comercializá-las num período de tempo relativamente curto (Krunić & Stanisavljević, 2006).

São vários os materiais que podem ser usados na criação de abelhas solitárias que nidificam em túneis acima da superfície do solo, nomeadamente, blocos de

madeira perfurados, com ou sem tubos de papel inseridos; tubos de papel ou cartão de tamanhos e estruturas variados e diferentes tipos de canas e varas de bambu (Krunić & Stanisavljević, 2006). Benedek (2008) usou quatro tipos de materiais de forma a concluir qual seria o privilegiado pelas fêmeas de *O. cornuta* e *O. rufa*, nomeadamente, canas, varas de bambu, blocos de madeira e blocos leves. No seu estudo concluiu que apesar de ambas as espécies terem aceite os quatro tipos de materiais, as canas foram o material que forneceu maior possibilidade de nidificação por unidade de superfície.

Krunić & Stanisavljević (2006) referem que as fêmeas de *O. cornuta* nidificam preferencialmente em canas com 7-9 mm de diâmetro, sendo 8 mm o mais aceitável. A profundidade também varia e a formação do ninho é diferente. Na presença de pastagens abundantes e solo húmido de boa qualidade, as fêmeas constroem os ninhos, abundantemente, em canas. Nestas condições irão surgir muitos casulos de onde irão emergir fêmeas. Por outro lado, se a pastagem e a lama são escassas e as condições climáticas são adversas, irão surgir mais casulos de onde irão emergir machos.

Os mesmos autores afirmam que as fêmeas de *O. cornuta* e *O. rufa* não nidificam em locais frios ou que não são suficientemente secos, mas também não formam os ninhos em canas expostas directamente à luz solar. A exposição e qualidade do material de nidificação têm um papel significativo na selecção do local de formação dos ninhos, pelas fêmeas de ambas as espécies. Em condições de igual atractividade estas abelhas preferem locais mais elevados e que ainda não tenham sido utilizados. No entanto, na presença de pastagens e lama abundantes mas sem material de nidificação não utilizado, as fêmeas de *O. cornuta* utilizam canas já usadas, que cuidadosamente limpam para retirar os restos de gerações anteriores.

As fêmeas de *O. cornuta* e *O. rufa*, bem como as obreiras da abelha-doméstica, recolhem pólen e néctar ao mesmo tempo nos pomares, pelo que não são concorrentes entre si. *Osmia cornuta* inicia a recolha de pólen e néctar ao início da manhã e completa a sua actividade ao final da tarde, mesmo com baixas temperaturas (10-13°C), vento e chuva, o que não acontece com a abelha-doméstica, visto que nestas condições voa pouco, podendo mesmo não voar (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Em 1994, num pomar de amendoeira, em Espanha, em cada 100 flores visitadas, as fêmeas de *O. cornuta* polinizaram mais de 90, enquanto as obreiras colectoras de néctar de *A. mellifera* polinizaram entre 10 e 40 e as colectoras de pólen cerca de 70. Estes dados mostram que em vez de centenas de obreiras de abelha-doméstica, são

necessárias, apenas, algumas fêmeas de *Osmia* spp. para polinizar uma fruteira em plena floração (Krunić & Stanisavljević, 2006).

Krunić & Stanisavljević (2006) afirmam que *O. cornuta* é claramente uma abelha de pomar. Antes e depois da floração das fruteiras, alimenta-se de várias infestantes. No entanto, esta espécie prefere o pólen das flores das rosáceas e, por isso, em termos de atractividade para as suas fêmeas as flores de infestantes não conseguem competir com as fruteiras. As flores de pereira são intensamente visitadas por estas abelhas, mesmo na presença de infestantes e outras árvores de fruto.

Trabalhos realizados por Monzón *et al.* (2004), em pereira 'Comice', mostraram que a emergência de *O. cornuta* foi rápida e sincronizada com a floração da pereira. As fêmeas desta abelha estabeleceram os seus ninhos, nos materiais fornecidos e visitaram, quase exclusivamente, as flores de pereira. A taxa de contacto com o estigma e consequente eficácia da polinização das fêmeas de *O. cornuta* foram muito elevadas.

De acordo com Bosch & Blas (1994), as populações de *O. cornuta* devem ser levadas para os pomares no início, ou mesmo alguns dias antes do início da floração, para permitir a emergência, acasalamento e estabelecimento de todas as actividades de nidificação. Desta forma não só a reprodução das abelhas seria beneficiada, mas também a polinização das flores.

Relativamente à abelha-doméstica, as abelhas da espécie *O. cornuta* são estreitamente especializadas como insectos polinizadores, podendo ser utilizadas como polinizadores efectivos de um pequeno número de espécies com flor. Ao contrário, a abelha-doméstica, mesmo polinizando algumas plantas de forma inadequada e menos eficaz, como as fruteiras, é justamente considerada como polinizador universal, devido à grande variedade de espécies vegetais que visita e poliniza (Krunić & Stanisavljević, 2006).

As abelhas solitárias são, portanto, polinizadores estreitamente especializados e mais eficazes do que a abelha-doméstica, embora apenas para as espécies vegetais cuja floração coincide com o seu período de actividade na natureza (Krunić & Stanisavljević, 2006).

III. Materiais e métodos

1. Caracterização das parcelas experimentais

Os ensaios foram realizados, entre Fevereiro e Julho de 2011, em quatro parcelas de pereira ‘Rocha’ localizadas em explorações de associados da Frutoeste, na região de Mafra - Torres Vedras (Quadro 2).

Em todas as parcelas, foram efectuados, entre 7 de Fevereiro e 16 de Julho, tratamentos fitossanitários (Anexo I). Com excepção da parcela do Casal das Almargens, em todas as outras foram aplicados reguladores de crescimento, nomeadamente ácido giberélico e prohexadiona de cálcio, embora nas parcelas da Várzea e Quinta Nova da Ermegeira estas substâncias não tenham sido aplicadas nas subparcelas utilizadas nos ensaios.

A parcela da Várzea encontra-se próxima de outros pomares de pereira, bem como de vinhas, existindo também uma charca junto ao seu limite sul. A parcela da Quinta Nova da Ermegeira (Figura 4A) é a mais diversa, em termos de ambiente envolvente, uma vez que, para além de pomares de pereira, tem também nas proximidades uma vinha, floresta, vegetação natural e uma faixa de vegetação herbácea instalada no seu limite sul, no âmbito do projecto “Operation Pollinator” (Syngenta, 2011). Esta faixa é composta por diversas espécies vegetais, nomeadamente, vegetação espontânea e 26 espécies semeadas (Anexo III). A parcela do Casal das Almargens (Figura 4B) está inserida numa exploração com pomares e vinha, existindo nas imediações muita vegetação natural e outras culturas, nomeadamente milho. A parcela do Casal Capitão (Figura 4C) está inserida numa exploração com diversas variedades de pereira, existindo vegetação natural e uma pequena ribeira nas suas imediações (Anexo II).



Figura 4. A – Parcela 2 – Quinta Nova da Ermegeira; B – Parcela 3 – Casal das Almargens; C – Parcela 4 – Casal Capitão (originais da autora).

Quadro 2. Caracterização sumária das parcelas experimentais de pereira ‘Rocha’.

Parcela	Nome	Freguesia / Concelho	Área (ha)	Compasso (m)	Idade do pomar (anos)	Variedades polinizadoras	Outras variedades existentes na exploração	Textura do solo
1	Várzea	Freiria / Torres Vedras	5,19	4 x 1,5	6	Não existem	Não existem	Franco-arenoso
2	Quinta Nova da Ermegeira	Maxial / Torres Vedras	7,4	4,5 x 2	13	‘Vitória’ ² 10%	Não existem	Franco
3	Casal das Almargens	Ventosa / Torres Vedras	1,52	4 x 2 / 4 x 3	22 / 35	Não existem	Não existem	-
4	Casal Capitão	Azueira / Mafra	5,15	4 x 3	46	Não existem	‘Lawson’ ‘Morettini’ ‘Pérola’ ‘Vitória’	Franco

- Dados não disponíveis

² Na região Oeste utiliza-se a designação ‘Vitória’ para fazer referência à variedade ‘Clapp’s Favorite’, variedade semi-compatível com a variedade ‘Rocha’ (Mota & Oliveira 2009).

2. Fenologia da pereira ‘Rocha’

O objectivo deste estudo foi caracterizar a evolução dos estados fenológicos da pereira ‘Rocha’, nas parcelas experimentais, de forma a utilizar esses dados nos restantes ensaios.

2.1 Delineamento experimental

O estudo foi realizado, nas parcelas da Quinta Nova da Ermegeira, Casal das Almargens e Casal Capitão (Quadro 2). Em cada parcela, foram marcadas 10 árvores e em cada árvore quatro ramos, segundo as orientações Norte, Sul, Este e Oeste.

2.2 Observações efectuadas

No período de floração da pereira ‘Rocha’, verificado nas diferentes parcelas, isto é, de 4 a 20 de Abril, foram efectuadas observações e registados os estados fenológicos presentes nos diferentes ramos das árvores marcadas, com base na escala fenológica utilizada pelo Serviço Nacional de Avisos Agrícolas (SNAA, 2011) (Anexo IV).

3. Efeito dos polinizadores no vingamento dos frutos

O objectivo deste ensaio foi estimar o impacto real dos polinizadores na produção de frutos em pomares de pêra ‘Rocha’, na região Oeste.

3.1 Delineamento experimental

O ensaio foi realizado nas quatro parcelas experimentais seleccionadas (Quadro 2). Em cada parcela, foram marcadas 25 árvores e em cada uma dessas árvores foram isolados dois ramos com flores, em orientações opostas, através de redes de *nylon*, com 27 cm x 30 cm, de malha fina (2 mm x 2 mm), de forma a impedir o acesso dos polinizadores às flores. Além destes ramos, foram ainda marcados com fitas ramos-testemunha, nas mesmas orientações, perfazendo um total de 50 repetições por parcela (Figura 5). Os ramos foram marcados e isolados no dia 31 de Março, antes do início da floração da pereira.



Figura 5. Pormenor dos ramos isolados com redes de *nylon* e ramos marcados com fita (original da autora).

3.2 Observações efectuadas

No período Abril/Maio, coincidente com a floração e vingamento dos frutos, determinou-se o número de flores existentes por corimbo ou conjunto de flores, a 31 de Março, e o número de frutinhos vingados por corimbo (vingamento inicial), a 11 de Maio.

A 25 de Julho, uma vez completado o desenvolvimento dos frutos, colheu-se uma amostra de 100 frutos por parcela, correspondendo a um fruto por unidade de amostragem e tratamento, para determinação, em laboratório, do peso, da altura, do diâmetro e do número de sementes dos frutos (Figura 6).

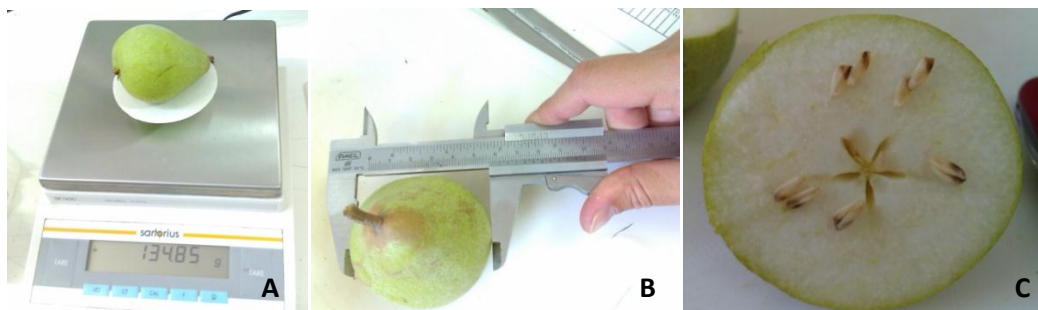


Figura 6. Determinações efectuadas em laboratório: A – Peso; B – Diâmetro; C – Número de sementes (originais da autora).

3.3 Análise dos dados

O efeito do tratamento no vingamento foi avaliado através de análise de variância (ANOVA), após transformação angular da variável para normalização dos dados.

Foram medidos as alturas e os diâmetros de forma a permitir calcular a razão entre estes que permitiram efectuar a análise estatística, que consistiu num teste-t emparelhado.

A análise da variável peso foi também analisada com recurso a um teste-t emparelhado.

4. Colonização de ninhos artificiais por abelhas

O objectivo deste ensaio foi avaliar a possibilidade de utilização de ninhos artificiais para abelhas solitárias, nomeadamente do género *Osmia*, em pomares de pereira ‘Rocha’, na região Oeste, determinando a respectiva taxa de colonização.

4.1 Delineamento experimental

O ensaio foi realizado nas parcelas da Quinta Nova da Ermegeira, Casal das Almagens e Casal Capitão (Quadro 2).

Os ninhos foram construídos com tubos de PVC de 20 cm de diâmetro e 30 cm de comprimento, que foram instalados, através de suportes de ferro, a uma altura de cerca de 60 cm, virados a Sul. Os tubos foram preenchidos com troços de cana (*Arundo donax* L.), com comprimento e diâmetro variando entre 15 e 25 cm e 0,6 e 1,2 cm, respectivamente (Mike Edwards, comunicação pessoal). As canas foram cortadas, deixando um nó, numa das extremidades, para que cada troço de cana só tivesse uma abertura (Figura 7). O número de canas por ninho variou entre 127 e 164. Em cada parcela foram colocados, a 24 de Março, quatro ninhos artificiais, num total de 12 ninhos.



Figura 7. Pormenor dos ninhos artificiais para abelhas (A e B) (originais da autora).

A distribuição dos ninhos nas parcelas foi a seguinte: na parcela da Quinta Nova da Ermegeira, foram colocados junto à margem sul, no exterior do pomar, numa faixa experimental de vegetação herbácea semeada, integrada no projecto “Operation

Pollinator” (Syngenta, 2011); na parcela do Casal das Almargens, foram instalados dentro do pomar, numa falha existente na extremidade de uma das linhas de árvores; na parcela do Casal Capitão, foram colocados, do lado Este, no exterior do pomar, no sentido perpendicular às linhas (Figura 8).

No sentido de criar uma barreira vertical por de trás de cada conjunto de ninhos, para simular o tipo de habitat normalmente procurado pelas abelhas para nidificar (Mike Edwards, comunicação pessoal), foi instalada em cada parcela uma pequena sebe difusa de canas (Figura 8B).



Figura 8. Disposição dos ninhos nas parcelas. A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão; D – Pormenor da faixa de vegetação herbácea do projecto “Operation Pollinator” a 26/05/2011 (originais da autora).

4.2 Observações efectuadas

Após o período de floração da pereira, a 26 de Maio e quando se colheram os frutos a 25 de Julho, foram retirados os troços de canas que evidenciavam estar colonizados, ou seja, aqueles que apresentavam a extremidade com opérculo de lama ou material vegetal. Seguidamente, foram transportados para o laboratório e abertos, com cuidado, com o auxílio de um x-acto, para caracterização do tipo de ninho (e.g., nº de células, tipo de materiais utilizados, presença de ovos, larvas ou pupas, tipo de

pólen) e da respectiva espécie de abelha, bem como recolha do pólen presente, com vista a determinar a sua origem (Figura 9). Foi também recolhido pólen da vegetação infestante envolvente (e da faixa), para comparação com o pólen retirado das canas. A análise do pólen recolhido foi efectuada pela Professora Ofélia dos Anjos da Escola Superior Agrária de Castelo Branco.

Após a sua caracterização, os troços de cana foram novamente fechados, com auxílio de fita adesiva, e mantidos em condições de laboratório, para permitir a emergência dos adultos. Os espécimes emergidos foram preparados com alfinetes entomológicos, fotografados e conservados para posterior identificação. As identificações foram, em geral, feitas ao nível do género, com base em Collins (em publicação), tendo posteriormente sido confirmadas por Mike Edwards.

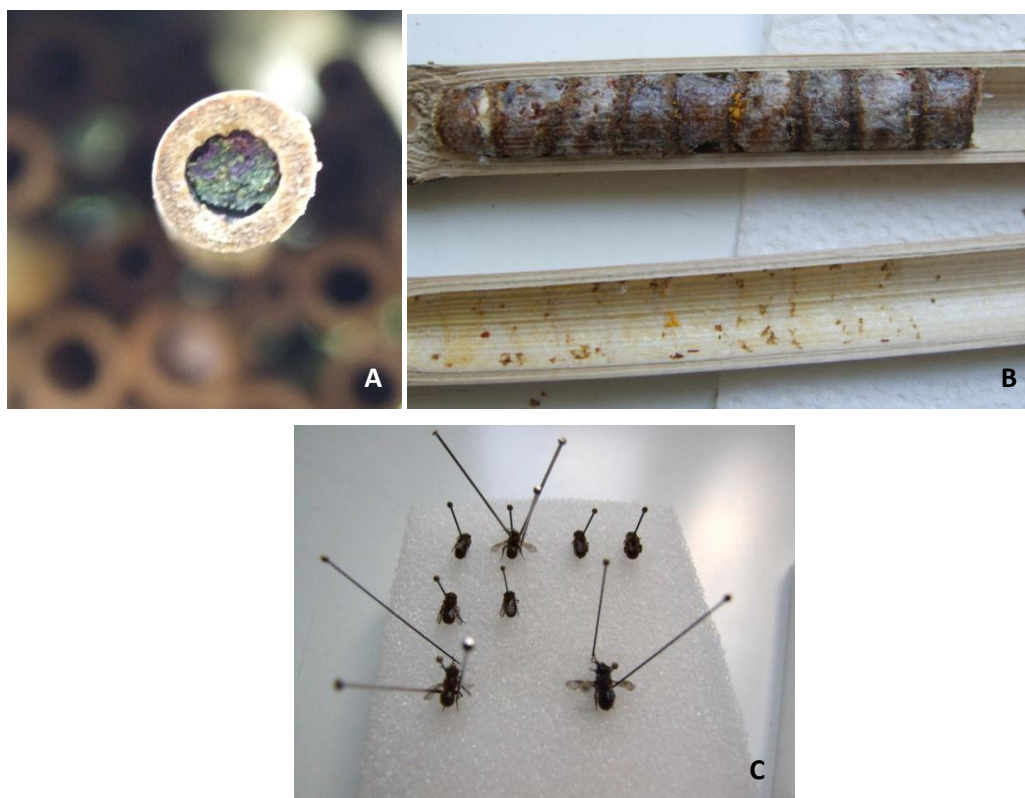


Figura 9. Etapas do estudo da colonização dos ninhos artificiais por abelhas: A – Pormenor de uma cana colonizada, com opérculo; B – Abertura das canas; C – Preparação dos espécimes emergidos (originais da autora).

5. Actividade dos polinizadores e comportamento de colheita de pólen e néctar em flores de pereira ‘Rocha’

O objectivo deste ensaio foi determinar quais os principais grupos de polinizadores que visitam efectivamente as flores de pereira em pomares de pêra ‘Rocha’, na região Oeste, a sua frequência relativa e o seu comportamento de colheita de pólen e/ou néctar.

5.1 Delineamento experimental

O ensaio foi realizado nas parcelas da Quinta Nova da Ermegeira, Casal das Almargens e Casal Capitão (Quadro 2).

Ao longo de cada parcela e em cada observação, foram escolhidas aleatoriamente 30 árvores, observando-se um ramo escolhido ao acaso em cada árvore. Em cada dia foram realizadas quatro observações, entre as 10 e as 16 horas, num dos três pomares.

5.2 Observações efectuadas

As observações foram realizadas, durante o período de floração, entre 4 e 20 de Abril. A observação dos ramos, durante 1 minuto, serviu para determinar o número de visitas e o tipo de insectos que visitavam as flores.

Durante o mesmo período, foi registado o comportamento dos insectos que visitaram as flores, nomeadamente os recursos recolhidos (néctar e/ou pólen), a existência de contacto ou não com o estigma da flor e a duração da visita (Figura 10). O resultado das observações foi registado num i-pod, através de software específico para o efeito, desenvolvido por Mike Edwards, que permitia registar a chegada do insecto à flor, o que fazia quando pousado nesta e a sua saída da flor, definindo assim o período de duração da visita. O número de observações efectuadas variou em função da maior ou menor frequência de insectos existente em cada dia no pomar.



Figura 10. Comportamento dos insectos nas flores de pereira ‘Rocha’ (original da autora).

6. Identificação dos principais grupos de insectos polinizadores presentes em pomares de pereira ‘Rocha’

Ao longo das observações foram recolhidos exemplares de insectos presentes em flores de pereira, nas parcelas da Quinta Nova da Ermegeira, Casal das Almargens e Casal Capitão (Quadro 2), através da captura com rede ou sacos de plástico. Os insectos capturados foram preparados com alfinetes entomológicos, fotografados e conservados em laboratório para posterior identificação (Figura 11), a qual foi feita de acordo com o já referido anteriormente. O objectivo inerente a esta captura foi obter informação sobre a diversidade de insectos potenciais polinizadores de pereira presentes em cada parcela. Foi igualmente efectuada uma amostragem em flores de plantas herbáceas presentes na faixa do projecto “Operation Pollinator” (Syngenta, 2011), instalada junto à parcela da Ermegeira.



Figura 11. Exemplares recolhidos preparados com alfinetes entomológicos (original da autora).

IV. Resultados

1. Fenologia da pereira ‘Rocha’

Em termos de evolução da fenologia da pereira ‘Rocha’, as três parcelas tiveram um padrão de desenvolvimento semelhante, embora as observações tenham sido realizadas em dias distintos (Figura 12), mostrando que na parcela da Quinta Nova da Ermegeira a floração começou mais cedo, seguida da parcela do Casal das Almargens e Casal Capitão, respectivamente.

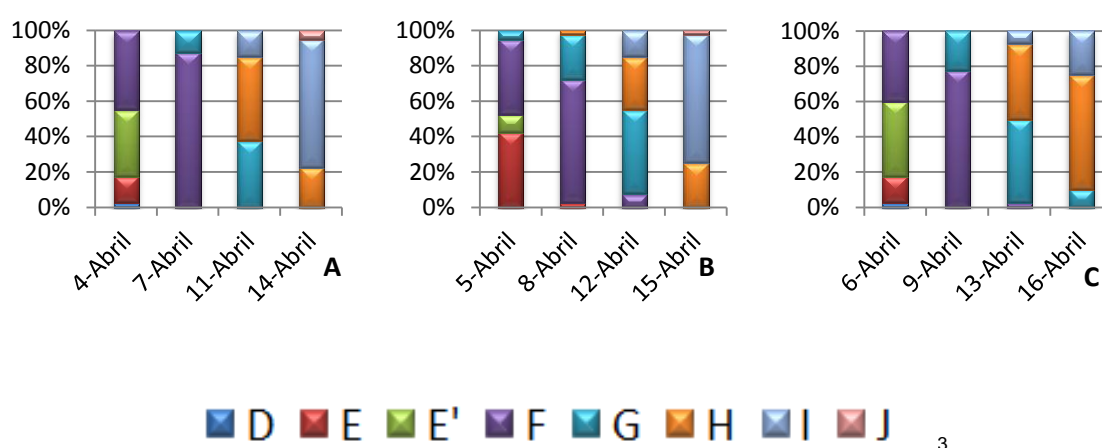


Figura 12. Evolução do estado fenológico da pereira ‘Rocha’ ao longo do período de observação nas diferentes parcelas: A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão (Quadro 2).

Na parcela da Quinta Nova da Ermegeira, a plena floração (Figura 13B) verificou-se no dia 7 de Abril, embora no dia 4 de Abril algumas árvores já se encontrassem neste estado. No terceiro dia de observação, já não existiam árvores no pomar em plena floração, sendo que a maioria das flores estava já a perder as pétalas (Figura 13C). No último dia de observação, a maioria das árvores estava já no estado de vingamento (Figura 13D). No entanto, existiam já algumas árvores com frutos em início de desenvolvimento (Figura 13E) (Figura 12A).

Na parcela do Casal Almargens, tal como na anterior, a maioria das árvores encontrava-se em plena floração, no segundo dia de observação, sendo que no primeiro dia (5 de Abril) muitas árvores estavam no estado de botão rosa (Figura 13A), estado que teve maior expressão nesta parcela. No terceiro dia, ainda existia um

³ Estados Fenológicos da pereira: D – Botão verde; E – Botão rosa; E' – Início da floração; F – Plena floração; G – Queda das primeiras pétalas; H – Queda das últimas pétalas; I – Vingamento; J – Frutos em desenvolvimento (adaptado de SNAA, 2010).

reduzido número de árvores em plena floração, embora a maioria estivesse já a perder as pétalas. A 15 de Abril o vingamento era o estado predominante (Figura 12B).

Na parcela do Casal Capitão, a evolução da fenologia da pereira 'Rocha' foi muito semelhante à parcela da Quinta Nova da Ermegeira, sendo a plena floração dominante no segundo dia de observação. Esta parcela difere da primeira no último dia de observação, em que a maioria das flores estava a perder as pétalas, existindo poucas no estado de vingamento. Nesta parcela, durante o período de observação não se observaram frutos em início de desenvolvimento, ao contrário das restantes (Figura 12C, Anexo IV).

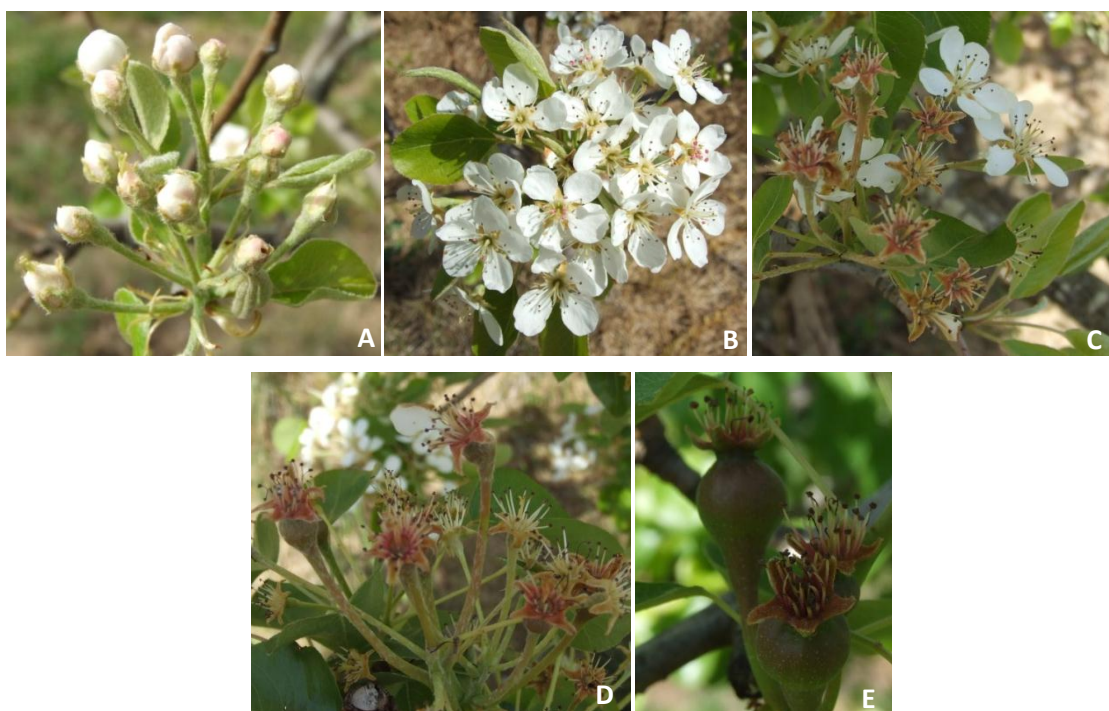


Figura 13. Evolução da fenologia da pereira 'Rocha'. A – Botão rosa (E); B – Plena floração (F); C – Queda das pétalas (G e H); D – Vingamento (I); E – Frutos em desenvolvimento (J) (originais da autora).

2. Efeito dos polinizadores no vingamento dos frutos

No que respeita ao vingamento dos frutos, verificou-se em termos globais efeito significativo da parcela, da árvore e do tratamento ($F_{3,200} = 11,866$; $p < 0,001$; $F_{24,200} = 1,855$; $p = 0,012$; $F_{1,200} = 8,557$; $p = 0,004$, respectivamente) (Anexo V). A parcela do Casal Capitão foi a que apresentou maior percentagem de vingamento inicial (Figura 14). A taxa de vingamento variou entre 17,7 e 31,0 %, nos ramos isolados com sacos de rede, e entre 23,3 e 36,3 %, nos ramos-testemunha (Figura 14).

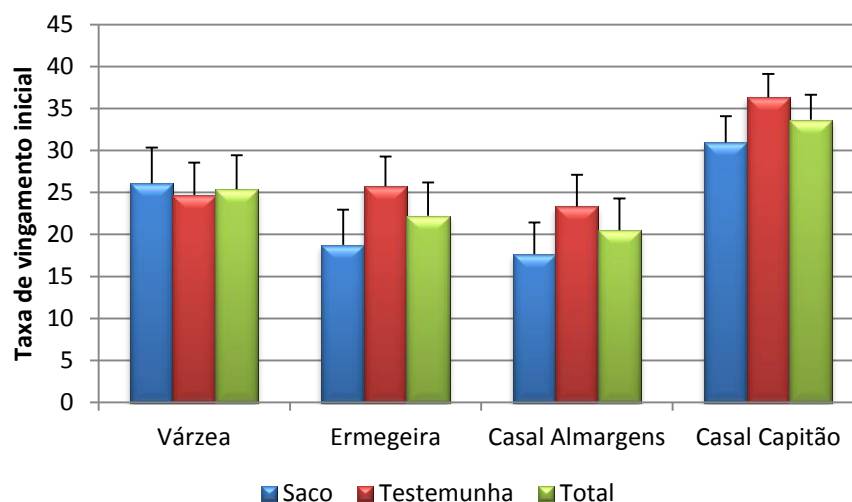


Figura 14. Percentagem de vingamento inicial (11 de Maio de 2011) registada em ramos isolados com sacos de rede e em ramos-testemunha nas diferentes parcelas.

A altura dos frutos variou entre 5,88 cm e 6,75 cm e o diâmetro entre 4,48 cm e 5,18 cm (Figura 15). Embora o valor da relação altura/diâmetro tenha sido maior nos ramos isolados com sacos do que na testemunha, em três das quatro parcelas, só se registaram diferenças significativas na parcela da Quinta Nova da Ermegeira ($t_{27} = 3,506$; $p = 0,002$; (Figura 15, Anexo VI).

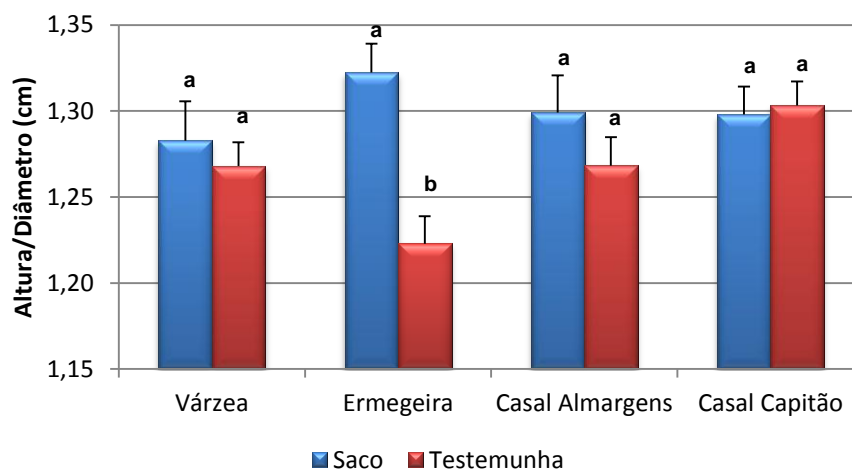


Figura 15. Relação Altura/Diâmetro nas diferentes parcelas e tratamentos, a 25 de Julho de 2011. Colunas com letras idênticas, ao nível de cada parcela, não diferem significativamente entre si ($p=0,05$) (teste t para amostras emparelhadas).

O peso dos frutos variou entre 83,3 g e 114,9 g (Figura 16). O tratamento não revelou qualquer efeito significativo ($p>0,05$) no peso dos frutos (Figura 16; Anexo VII).

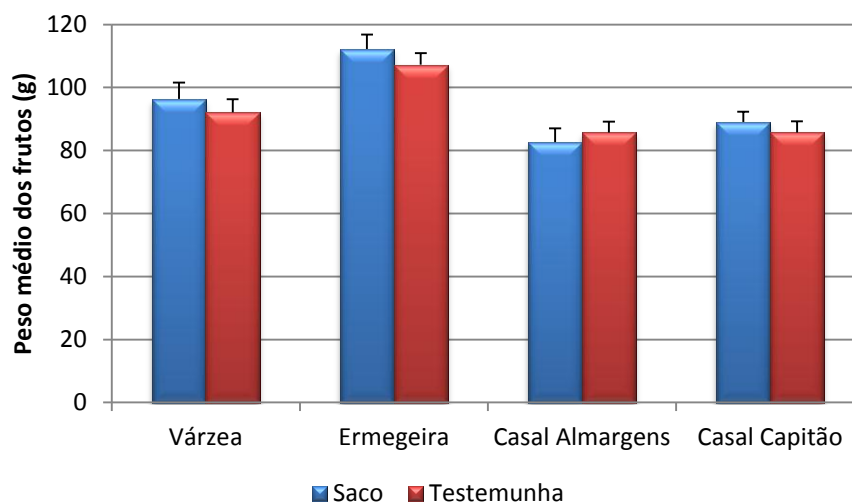


Figura 16. Peso médio dos frutos nas diferentes parcelas e tratamentos, a 25 de Julho de 2011.

O número médio de sementes por fruto oscilou entre 0 e 2,39 (Figura 17). Este parâmetro foi superior nos frutos provenientes dos ramos marcados como testemunha, em particular na parcela da Quinta Nova da Ermegeira (Figura 17).

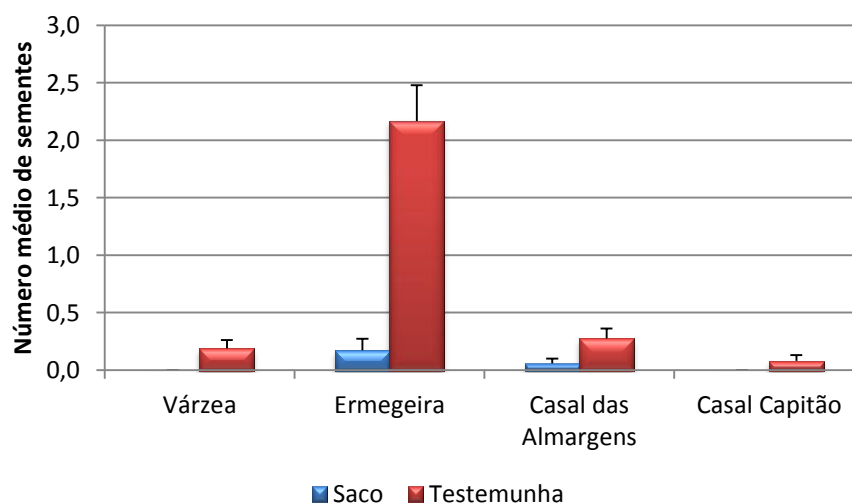


Figura 17. Número médio de sementes por fruto nas diferentes parcelas e tratamentos, a 25 de Julho de 2011.

3. Colonização de ninhos artificiais por abelhas

A maior taxa de colonização e diversidade de insectos presentes nas canas ocorreu na parcela da Quinta Nova da Ermegeira (Quadro 3, Figura 18). As emergências iniciaram-se a 15 e 21 de Junho e a 18 de Julho, respectivamente para os ninhos recolhidos nas parcelas da Quinta Nova da Ermegeira, Casal das Almargens e Casal Capitão.

Quadro 3. Número de canas colonizadas nos ninhos artificiais, insectos emergidos e sua identificação ao nível do género ou família.

Parcela	Data de recolha das canas no campo	Número de canas colonizadas recolhidas	Data de emergência aproximada (± 2 dias)	Número de insectos emergidos	Identificação dos insectos emergidos (nº machos e fêmeas) ¹
Quinta Nova da Ermegeira	26-Mai	28	15-Jun	8	<i>Osmia</i> (7 M + 1 F)
			16-Jun	8	<i>Osmia</i> (7 F)
					<i>Ancistrocerus</i> (1)
			17-Jun	1	<i>Osmia</i> (1 F)
			20-Jun	6	<i>Osmia</i> (1 F)
					<i>Ancistrocerus</i> (5)
			24-Jun	1	<i>Ancistrocerus</i> (1)
			28-Jun	2	<i>Osmia</i> (2 F)
			30-Jun	1	<i>Osmia</i> (1 F)
			04-Jul	1	<i>Osmia</i> (1 F)
			29-Jul	1	Bombyliidae (1)
	25-Jul	18	01-Ago	7	<i>Osmia</i> (5 F)
Casal Almargens	26-Mai	6			Bombyliidae (2)
			21-Jun	2	<i>Osmia</i> (2 M)
			24-Jun	2	<i>Osmia</i> (1 M + 1 F)
			28-Jun	4	<i>Osmia</i> (2 M + 2 F)
Casal Capitão	25-Jul	1			
	26-Mai	3	18-Jul	2	<i>Osmia</i> (2 F)
	25-Jul	9		4	<i>Osmia</i> (1M + 3 F)

¹ *Osmia* (Hymenoptera: Apidae); *Ancistrocerus* (Hymenoptera: Vespidae); Bombyliidae (Diptera)

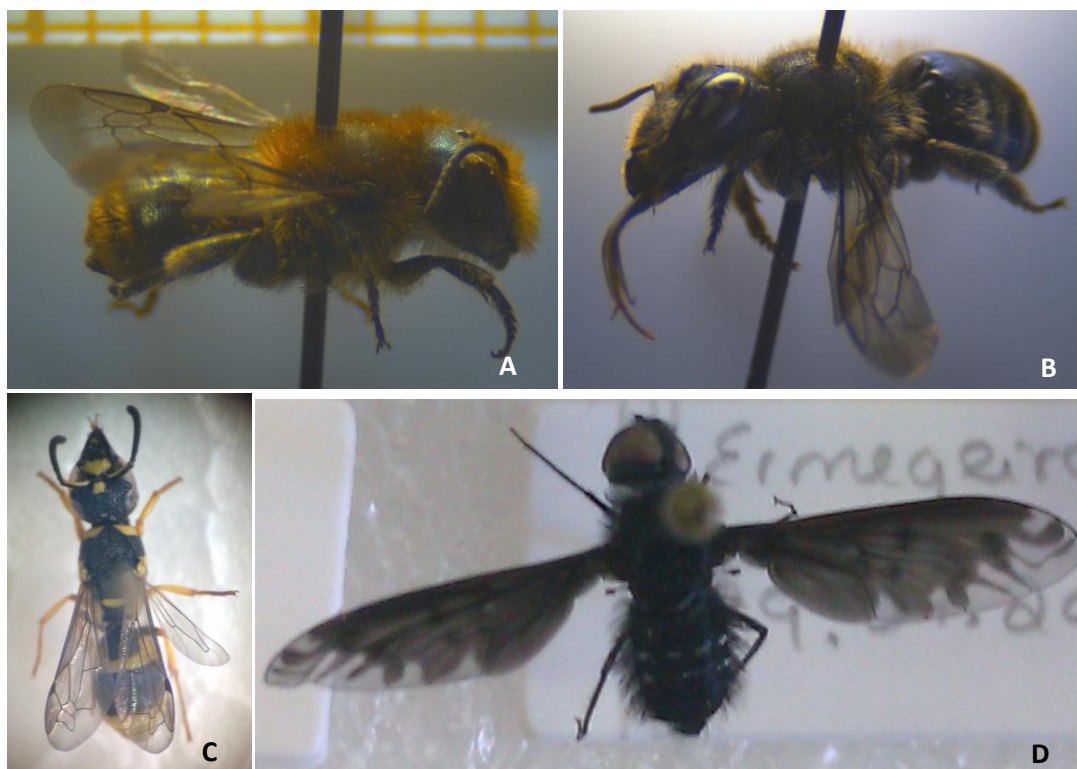


Figura 18. Exemplos de insectos emergidos: A – *Osmia* (macho) (Hymenoptera: Apidae); B – *Osmia* (fêmea) (Hymenoptera: Apidae); C – *Ancistrocerus* (Hymenoptera: Vespidae); D – Bombyliidae (Diptera) (originais da autora).

A 16 de Setembro de 2011, voltaram a abrir-se os ninhos para se observar o estado de desenvolvimento dos insectos que não tinham saído até à data. Verificou-se que, em alguns casos, no interior dos ninhos, existiam adultos emergidos, mas já mortos e, noutros casos, existiam ainda vários casulos (Quadro 4).

Quadro 4. Número de canas com insectos emergidos mortos e casulos, a 16 de Setembro, e sua identificação ao nível do género ou família.

Parcela	Número de canas com insectos emergidos	Número de canas com casulos	Número de insectos emergidos mortos	Identificação dos insectos emergidos (nº machos e fêmeas)
Quinta Nova da Ermegeira	6	18	22	<i>Osmia</i> (1 M + 10 F) <i>Ancistrocerus</i> (4) Vespidae (7)
Casal das Almargens	1	3	1	<i>Osmia</i> (M)
Casal Capitão	1		1	<i>Osmia</i> (F)

¹ *Osmia* (Hymenoptera: Apidae); *Ancistrocerus* (Hymenoptera: Vespidae)

Dentro das canas recolhidas, verificaram-se diferenças em termos de número de células, tipo de opérculos e tipo de pólen presente. Na parcela da Quinta Nova da Ermegeira, onde mais canas foram colonizadas, existiam ninhos cuja construção era feita de material vegetal e outros de lama. Nos ninhos feitos com material vegetal, o número de células variou entre um, com 0,8 cm de comprimento, e 10, com 5,3 cm. Nos ninhos com opérculos de lama, o número de células variou entre cinco, com 4,3 cm de comprimento, e 15, com 16,5 cm (Figura 19A e B). Em qualquer um dos tipos de ninhos, verificou-se que, em algumas das canas recolhidas existiam dois conjuntos de células separados (Figura 19C). Nesta parcela, verificou-se ainda que, em algumas canas cujos opérculos eram de lama, existiam larvas de dípteros (Figura 19D). Em oito dos 28 ninhos colonizados nesta parcela não foi retirado pólen para análise, porque não existia (Figura 19A e D), ou porque no interior dos ninhos havia apenas casulos (Figura 19E).

Na parcela do Casal das Almargens foram encontrados mais ninhos com células construídas com material vegetal do que com lama. O número de células no primeiro caso variou entre um, com 0,5 cm de comprimento, e oito, com 5,8 cm, existindo também aqui ninhos com dois conjuntos de células separadas, tal como na primeira parcela (Figura 19C). No segundo caso, o número de células variou entre oito, com 9 cm de comprimento, e nove, com 9,5 cm. Nesta parcela, um dos ninhos era particularmente diferente dos restantes, sendo que as oito células que possuía, num total de 9 cm de comprimento, eram cobertas de folhas, não possuindo qualquer pólen (Figura 19F).

Na parcela do Casal Capitão, os ninhos recolhidos possuíam células construídas com material vegetal, sendo que num dos casos coexistiam células de material vegetal e de lama (Figura 19G); deste ninho não foi retirado pólen para análise para permitir o desenvolvimento das larvas presentes. O número de células por ninho variou entre dois, com 1,5 cm de comprimento, e três, com 3,5 cm.

No total dos ninhos colonizados, foi identificado pólen de oito espécies vegetais (Quadro 5). Na parcela da Quinta Nova da Ermegeira, em muitos ninhos foi identificada exclusivamente a espécie *Echium plantagineum* L. (Figura 19B, C e H), planta presente na faixa do projecto “Operation Pollinator”. Mais quatro espécies desta faixa foram também encontradas em alguns ninhos (Quadro 5, Anexo III). Nesta parcela, bem como na parcela do Casal das Almargens, alguns ninhos continham misturas de pólen de várias espécies (Quadro 5).



Figura 19. Interior das canas colonizadas recolhidas nas diferentes parcelas, nos ninhos artificiais instalados: A – cana com cinco células, com opérculos de lama (Quinta Nova da Ermegeira); B – cana com 15 células, com opérculos de lama (Quinta Nova da Ermegeira); C – cana com dois conjuntos de células separados; D – cana com parasitas (Quinta Nova da Ermegeira); E – cana com casulos; F – cana com células feitas com folhas (Casal das Almargens); G – cana com opérculos de material vegetal e de lama (Casal Capitão); H – pormenor de pólen da espécie *Echium plantagineum*, num dos ninhos; I – pormenor de pólen da espécie *Centaurea cyanus*, num dos ninhos; J – pormenor de pólen da espécie *Centaurea segetum*, num dos ninhos (originais da autora).

Quadro 5. Identificação do pólen presente nos ninhos artificiais.

Parcela	Tipo de opérculo	Ninho	Pólen presente Género / Espécie
Quinta Nova da Ermegeira	Material Vegetal	1	<i>Echium plantagineum</i> (pouco) <i>Centaurea segetum</i> (+/- 10%)
		2	<i>Rafanus</i> <i>Echium plantagineum</i> (pouco)
		3	<i>Reseda lutea</i> <i>Echium plantagineum</i> (pouco) <i>Centaurea segetum</i> (muito pouco)
		4	Sem pólen
		5	Sem pólen
		6	Sem pólen
		7	<i>Echium plantagineum</i> (95%)
		8	Não identificado
		9	Não identificado
		10	<i>Echium plantagineum</i> <i>Crysanthemum segetum</i> (2 %)
		11	<i>Parentucellia viscosa</i>
		12	Sem pólen
		13	<i>Echium plantagineum</i> (70%) <i>Crepis</i> (10%) <i>Centaurea cyanus</i> (muito pouco) <i>Crysanthemum</i> (muito pouco)
	Lama	14	<i>Echium plantagineum</i>
		15	Sem pólen
		16	Sem pólen
		17	Não identificado
		18	Não identificado
		19	<i>Echium plantagineum</i>
		20	Sem pólen
		21	<i>Echium plantagineum</i>
		22	Não identificado
		23	<i>Echium plantagineum</i>
		24	Não identificado
		25	Sem pólen
		26	Não identificado
		27	<i>Parentucelia</i>
		28	Não identificado
Casal das Almargens	Material Vegetal	1	<i>Centaurea cyanus</i>
		2	Não identificado
		3	Sem pólen
	Folhas	4	Sem pólen
	Lama	5	Não identificado
		6	Não identificado
Casal Capitão	Material Vegetal + Lama	1	Não retirado
	Material Vegetal	2	<i>Centaurea segetum</i>
		3	Não identificado

4. Actividade dos polinizadores e comportamento de colheita de pólen e néctar em flores de pereira ‘Rocha’

4.1 Evolução do número de visitas diárias de insectos a flores de pereira ‘Rocha’, ao longo do período de floração

A evolução do número de vistas diárias de insectos a flores de pereira ‘Rocha’ variou em função da parcela, tendo atingido um máximo a 4, 8 e 13 de Abril, na parcela da Quinta Nova da Ermegeira, Casal das Almargens e Casal Capitão, respectivamente (Figura 20).

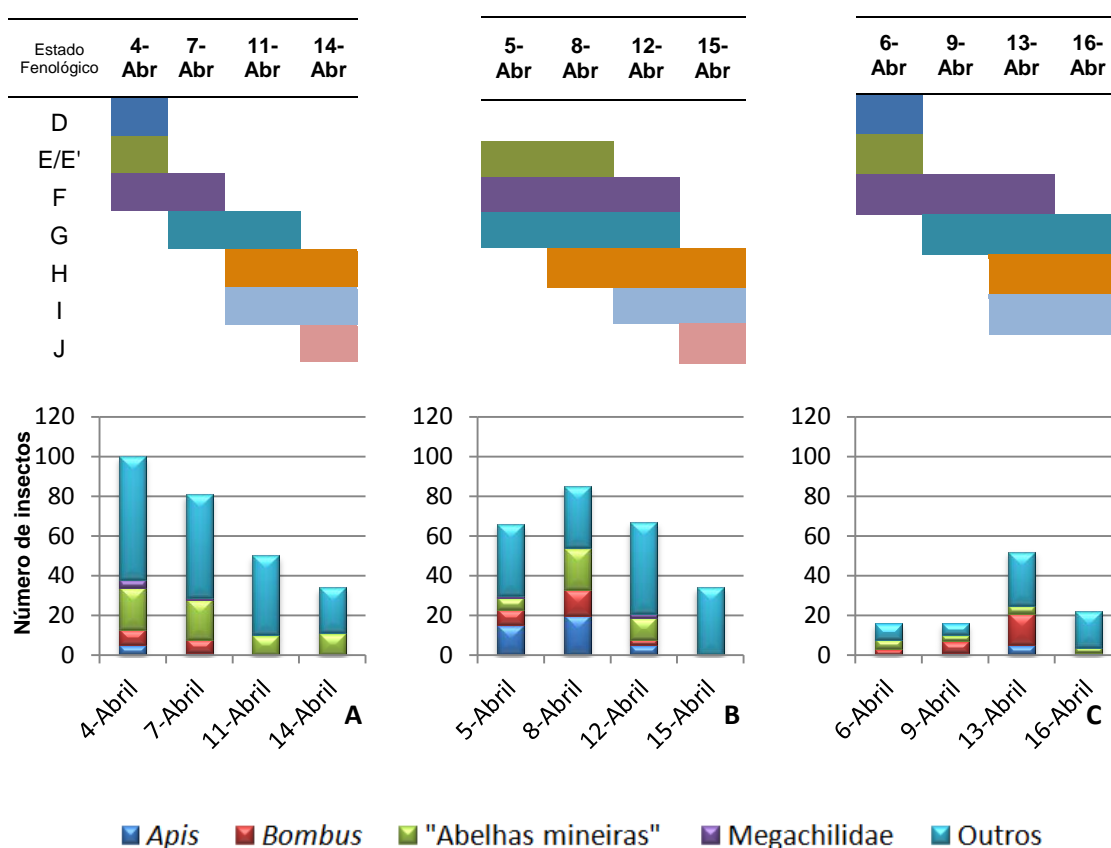


Figura 20. Número de visitas diárias dos diferentes grupos de insectos em flores de pereira ‘Rocha’, ao longo do período de floração, nas três parcelas estudadas: A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão (Quadro 2); para definição dos estados fenológicos ver Anexo IV.

Ao longo do período de floração, na parcela da Quinta Nova da Ermegeira houve um decréscimo do número de insectos que visitavam as flores de pereira, sendo que

os outros insectos⁴ que não abelhas foram sempre mais frequentes que as abelhas. Os insectos do género *Bombus* e *Apis* apenas estiveram presentes durante o período coincidente com a plena floração. O mesmo se verificou com os insectos da família Megachilidae, embora nestes o número de insectos observados tenha sido menor (Figura 20A).

Na parcela do Casal das Almargens, os outros insectos também estiveram presentes em maior número, relativamente às abelhas. No dia 8 de Abril, coincidente com a plena floração, as abelhas foram mais frequentes do que nos restantes dias, à excepção das da família Megachilidae, que não foram observadas neste dia. No dia 15 de Abril, quando já não existiam flores abertas, não se observaram abelhas (Figura 20B).

Na parcela do Casal Capitão, o número de insectos observados foi muito inferior às restantes parcelas. Não foram observadas abelhas da família Megachilidae, em qualquer dos dias. O máximo de visitas de insectos, registado a 13 de Abril, correspondeu à data em que se verificou maior heterogeneidade de estados fenológicos no pomar (Figura 20C).

Nas parcelas da Quinta Nova da Ermegeira e Casal Capitão, as “abelhas mineiras” (mining bees⁵) estiveram presentes ao longo de todo o período de observação. As abelhas do género *Apis* destacaram-se na parcela do Casal das Almargens. Os outros insectos ocuparam lugar de destaque em todas as parcelas, relativamente ao número de insectos observados. Também em todas as parcelas, *Bombus* apenas estiveram presentes enquanto existiam flores abertas (Figura 20).

4.2 Evolução do número de visitas de insectos a flores de pereira ‘Rocha’, ao longo do dia

Na parcela da Quinta Nova da Ermegeira, a actividade dos insectos variou ao longo do dia, especialmente no primeiro e último dias de observação. De modo geral, o número de insectos presentes nas flores da pereira diminui ao longo do dia, sendo mais elevado às 12h00. Os insectos do género *Apis* e da família Megachilidae apenas se observaram no período da manhã, ou seja, até às 12h00, e os do género *Bombus*

⁴ Dentro do grupo outros insectos incluem-se dípteros particularmente família Syrphidae e coleópteros da família Scarabaeidae.

⁵ O termo “mining bees”, da literatura inglesa, diz respeito a um grupo de abelhas solitárias que escavam galerias no solo, nas quais fazem os seus ninhos, inclui vários géneros, de várias famílias, tais como: *Andrena*, *Panurgus*, *Panurginus*, *Mellitura* (Hymenoptera: Andrenidae); *Halictus*, *Lasioglossum*, *Rophites*, *Rhophitoides* (Hymenoptera: Halictidae); *Melitta*, *Macropis* (Hymenoptera: Melittidae); *Dasygaster* (Hymenoptera: Dasygasteridae) (Westrich, 1996).

foram mais frequentes a partir dessa hora. Os outros insectos e as “abelhas mineiras” estiveram presentes ao longo de todo o dia (Figura 21A).

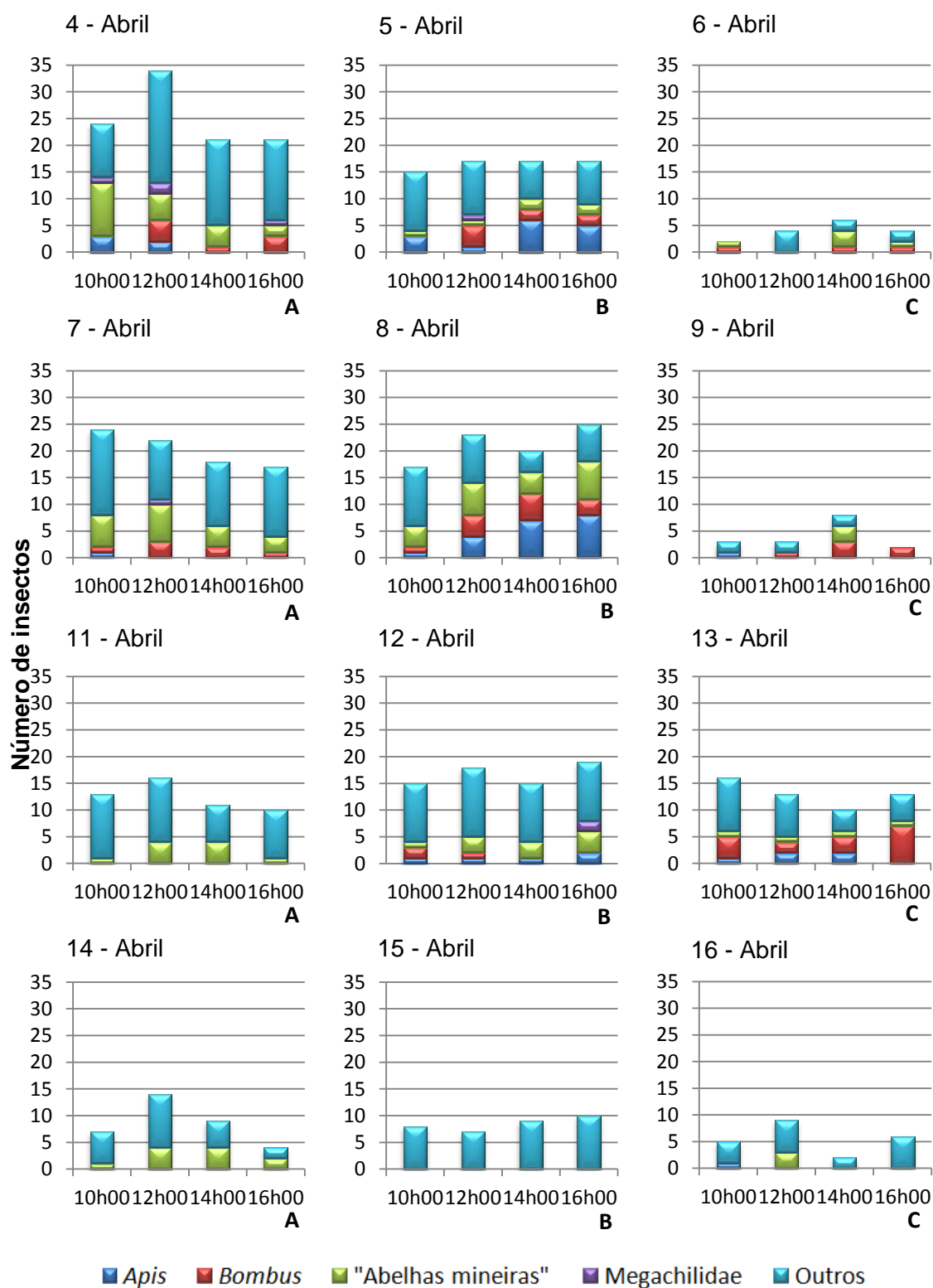


Figura 21. Evolução do número de visitas dos diferentes grupos de insectos em flores de pereira 'Rocha', ao longo do dia, nas três parcelas estudadas, durante o período de floração: A – Quinta Nova da Ermegeira; B – Casal das Almargens; C – Casal Capitão (Quadro 2).

Na parcela do Casal das Almargens, a actividade dos insectos manteve-se mais ou menos constante ao longo do dia. Quando presentes, as abelhas do género *Apis* foram observadas ao longo de todo o dia, mas especialmente no período da tarde. Foi nesta parcela que este género se destacou em termos de número de insectos observados. Os insectos do género *Bombus* surgiram em maior número, também, no período da tarde. As “abelhas mineiras” foram observadas ao longo de todo o dia, excepto no último dia de observações. Os outros insectos estiveram presentes ao longo do dia, de forma mais ou menos constante, tendo no último dia de observações sido os únicos insectos observados (Figura 21B).

Na parcela do Casal Capitão, o número de insectos observados foi menor do que nas restantes parcelas. Nesta parcela, não foi observado nenhum insecto da família Megachilidae. As abelhas do género *Bombus* surgiram aqui em maior número do que nas restantes parcelas. Ao contrário do que se verificou nas outras parcelas, os outros insectos nem sempre foram observados, em todos os períodos de observação ao longo do dia (Figura 21C).

4.3 Comportamento de colheita de pólen e néctar

A maioria dos insectos, foram observados a recolher néctar, contactando ao mesmo tempo com o estigma da flor ou apenas recolhendo néctar, em particular *Bombus* e “abelhas mineiras”. Apenas as “abelhas mineiras” foram observadas em todas as combinações de comportamento consideradas. As abelhas do género *Apis* foram observadas em maior número a recolher apenas néctar, havendo ou não contacto com o estigma. A maioria dos insectos do género *Bombus* foi observada a recolher néctar, contactando com o estigma durante esse processo. Os insectos da família Megachilidae distribuíram-se, de igual forma, pelas diferentes combinações, excepto na recolha de néctar e pólen com e sem contacto com o estigma. Poucos insectos foram observados a recolher apenas pólen (Figura 22).

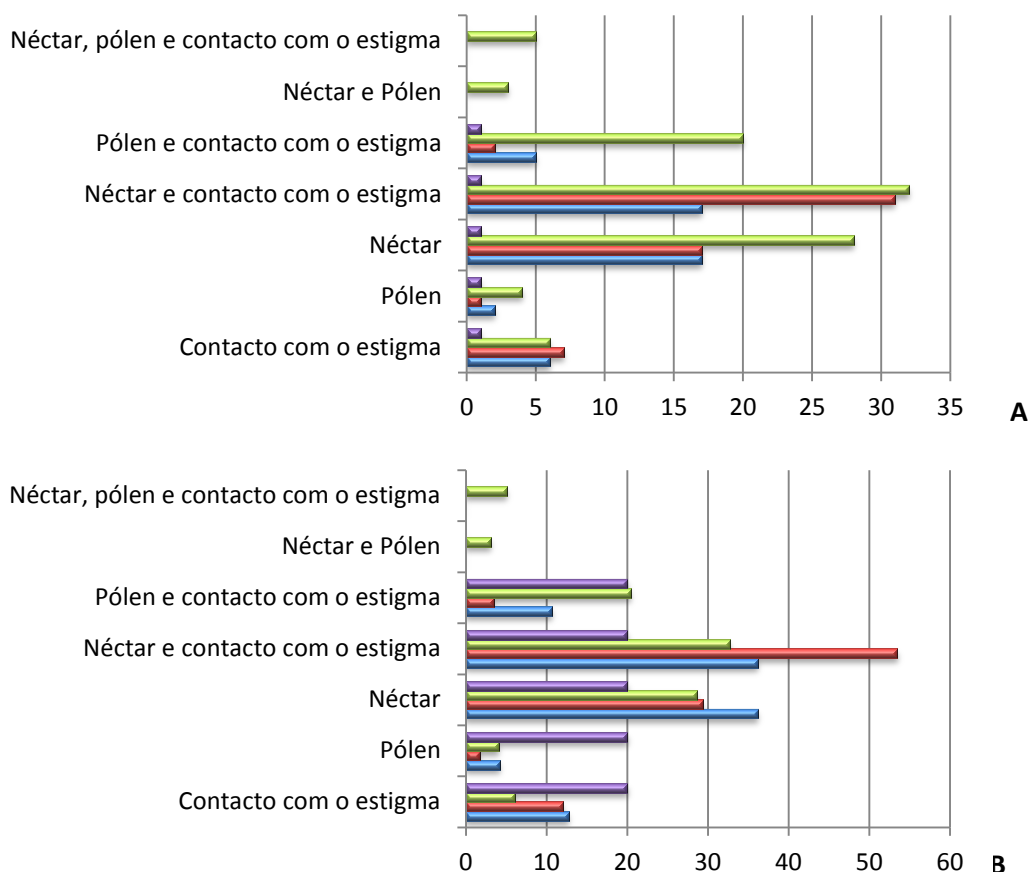


Figura 22. Distribuição de frequência absoluta (A: Nº observações) e relativa (B: em percentagem) dos diferentes grupos de himenópteros observados nas flores de pereira, em função do tipo de comportamento de recolha de pólen e néctar.

A duração média das visitas às flores de pereira variou entre 9 e 24 segundos, em função do grupo de insectos (Figura 23). As abelhas do género *Apis* foram as que efectuaram visitas mais curtas. Pelo contrário, os insectos da família Megachilidae foram os que a realizaram visitas de maior duração. As visitas de *Bombus* e das “abelhas mineiras” tiveram duração intermédia.

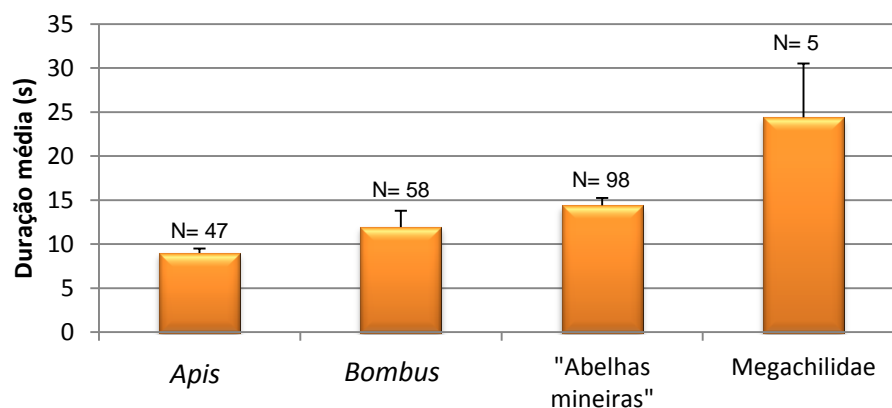


Figura 23. Duração média das visitas dos diferentes grupos de insectos às flores de pereira.

5. Identificação dos principais grupos de insectos polinizadores presentes nos pomares de pereira ‘Rocha’

Foram capturados insectos pertencentes a três ordens: himenópteros, coleópteros e dípteros (Quadro 6). Os dípteros pertenciam às famílias Syrphidae, essencialmente, e Bibionidae; os coleópteros pertenciam às famílias Scarabaeidae, Melyridae e Lycidae. Nos himenópteros, identificaram-se três géneros. O género *Andrena* (“abelha mineira”), presente em todas as parcelas, foi o que apresentou maior número de exemplares (Figura 24A, B). Na parcela do Casal das Almargens, foi onde foi capturado maior número de ordens, enquanto na parcela da Quinta Nova da Ermegeira foi obtida maior diversidade de himenópteros.

Quadro 6. Exemplares capturados nas diferentes parcelas.

Parcela	Data de captura	Local de captura	Insectos capturados Ordem/Família	Género
Quinta Nova da Ermegeira	11-Abr	Faixa de vegetação herbácea	Diptera	-
			Hymenoptera/Apidae	<i>Eucera</i>
	14-Abr	Faixa de vegetação herbácea	Diptera	-
			Hymenoptera/Andrenidae	<i>Andrena</i>
			Hymenoptera/Apidae	<i>Anthophora</i>
				<i>Bombus</i>
				<i>Ceratina</i>
				<i>Eucera</i>
Casal Almargens	12-Abr	Pomar	Diptera	-
			Hymenoptera/Andrenidae	<i>Andrena</i>
			Coleoptera	-
			Diptera	-
			Hymenoptera/Andrenidae	<i>Andrena</i>
Casal Capitão	15-Abr	Fora do Pomar	Hymenoptera/Andrenidae	<i>Andrena</i>
	16-Abr	Pomar	Diptera	-
		Enrelvamento do pomar	Hymenoptera/Andrenidae	<i>Andrena</i>

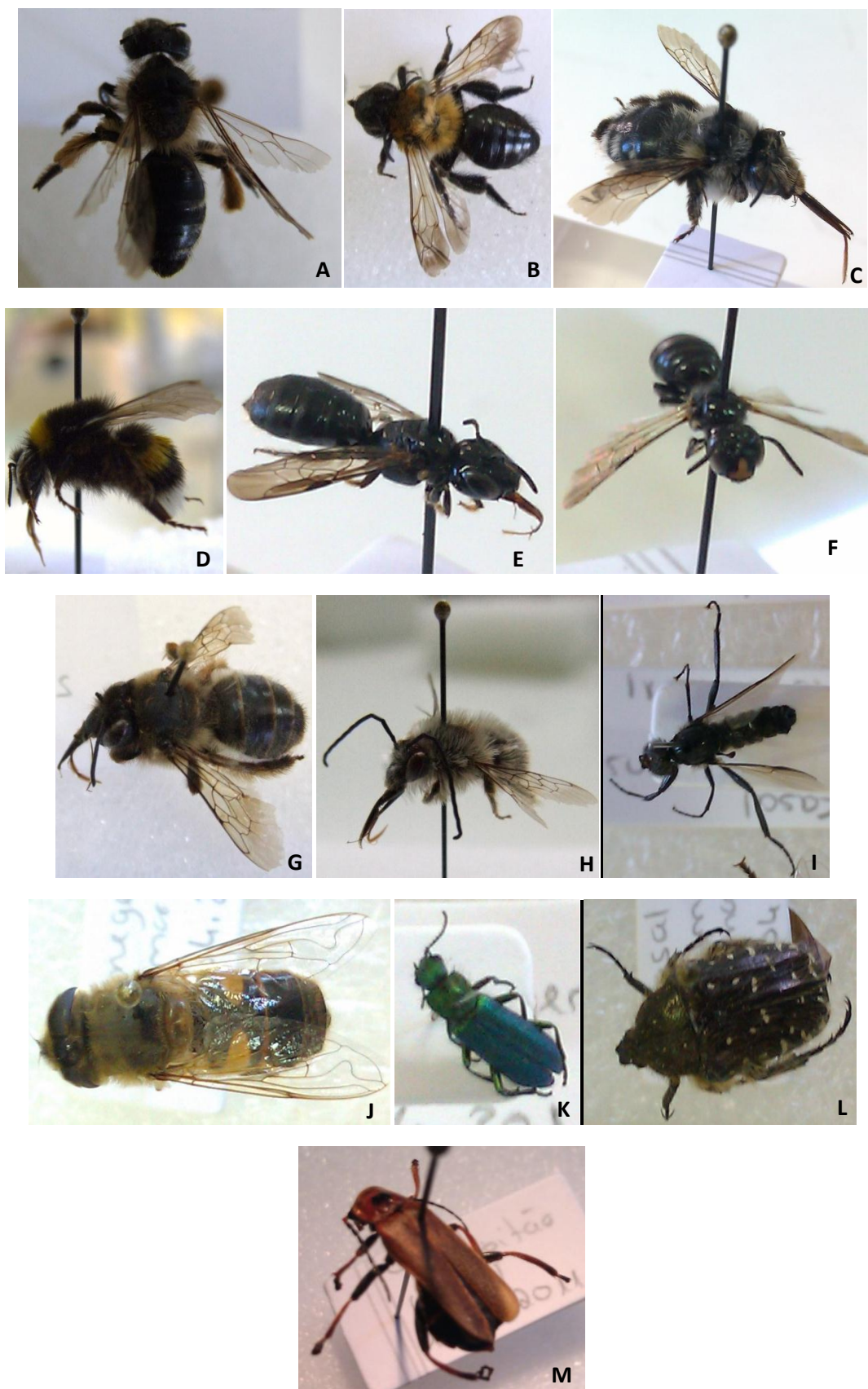


Figura 24. Exemplos capturados: A e B – *Andrena*; C – *Anthophora*; D – *Bombus terrestris*; E – *Ceratina* (fêmea); F – *Ceratina* (macho); G – *Eucera* (fêmea); H – *Eucera* (macho); I – Diptera: Bibionidae; J – Diptera: Syrphidae; K – Coleoptera: Melyridae; L – Coleoptera: Scarabaeidae; M – Coleoptera: Lycidae (originais da autora).

V. Discussão

1. Efeito dos polinizadores no vingamento dos frutos

O termo vingamento define a transformação da flor em fruto. No entanto, é geralmente utilizado num sentido quantitativo para indicar a proporção de flores que sofrem essa transformação. O termo vingamento inicial é aplicado à proporção de flores que nas duas semanas após a plena floração mostram sinais evidentes de transformação em frutos, enquanto o vingamento final se aplica aos frutos que permanecem na árvore até à maturação (Silva, 2006).

Em muitas fruteiras, apenas uma pequena percentagem de flores origina frutos capazes de evoluir até à maturação, verificando-se quedas naturais de frutos parcialmente desenvolvidos (Barros, 1985). Segundo Silva (1998), verificam-se duas grandes quedas de frutos. A primeira, pouco depois da queda das pétalas, que envolve a queda de pequenos frutos que se supõe, na sua maioria, serem originados a partir de flores não fecundadas. A segunda designa-se queda de Junho, ocorrendo dois meses após a ântese, envolvendo frutos que apresentam já um certo desenvolvimento, mas por alguma razão não o puderam prosseguir na árvore. Em Portugal, as condições climáticas e culturais determinam a ocorrência desta queda de frutos em Maio. No presente trabalho, apenas se avaliou o vingamento inicial, feito a 11 de Maio, ou seja, cerca de três semanas após a queda das pétalas.

As diferenças significativas registadas entre parcelas relativamente ao vingamento devem-se possivelmente às diferentes condições a que estavam sujeitas, nomeadamente em termos de ambiente envolvente, operações culturais e tratamentos fitossanitários realizados, em particular no que respeita à aplicação de reguladores de crescimento.

A parcela do Casal Capitão foi aquela em que a percentagem de vingamento inicial foi mais elevada, o que pode dever-se ao facto desta parcela ter sido a única onde foram aplicados directamente reguladores de crescimento e de se encontrar inserida numa exploração que contém mais variedades de pereira, além da 'Rocha' (Quadro 2). Das variedades presentes, nenhuma é totalmente incompatível com a 'Rocha', em termos genéticos (Silva, 2001; Mota & Oliveira, 2009) (Anexo IX), facto que, tendo em conta que o período de floração foi mais ou menos coincidente, pode ter influenciado positivamente a polinização cruzada, traduzindo-se num aumento do vingamento.

O isolamento dos ramos através de sacos de rede traduziu-se numa taxa de vingamento inicial dos frutos significativamente inferior à dos ramos-testemunha. Em

três das quatro parcelas estudadas, a taxa de vingamento inicial foi mais elevada nos ramos-testemunha. A maior taxa de vingamento observada nestes ramos deverá ter resultado do efeito dos insectos na polinização, enquanto os frutos formados nos ramos isolados terão resultado sobretudo de partenocarpia. Deste modo, e não considerando a parcela de Casal Capitão, onde foram aplicados directamente reguladores de crescimento, é possível estimar que a taxa de vingamento de frutos partenocárpicos terá variado entre 17,7 e 26,1 %. O acréscimo de 5,4 a 7,0 % observado na taxa de vingamento dos ramos-testemunha, em três das quatro parcelas, constitui uma estimativa do nível de polinização cruzada, de natureza entomófila. A diferença entre o nível médio de vingamento registado nas parcelas da Várzea, Quinta Nova da Ermegeira e do Casal das Almargens e o observado no Casal Capitão corresponde, por outro lado, a uma estimativa grosseira (porque outros factores podem também contribuir para essa diferença, e.g., idade do pomar, práticas culturais, fertilidade do solo), da ordem dos 10-15% de acréscimo, do efeito da aplicação de reguladores de crescimento.

Tal como esperado, o número médio de sementes por fruto foi maior nos ramos-testemunha, do que nos ramos isolados com sacos de rede, em todas as parcelas. No caso das parcelas da Várzea e Casal Capitão, não se registaram frutos com sementes nos ramos isolados. No entanto, o número médio de sementes por fruto foi muito baixo (inferior a 0,5) em todas as parcelas, excepto na Quinta Nova da Ermegeira, onde atingiu um valor superior a 2, nos ramos-testemunha. Este maior número de sementes por fruto registado nesta parcela pode ser explicado pela maior abundância de insectos nela observada, traduzida num maior número visitas às flores, em particular na fase inicial do período de floração (Figura 20), uma vez que a formação de sementes na pereira 'Rocha' está dependente da polinização cruzada por insectos (Silva, 2001). É ainda de salientar que apenas nesta parcela existiam árvores polinizadoras, nomeadamente da variedade 'Vitória', que é uma variedade semi-compatível com a variedade principal (Mota & Oliveira, 2009), permitindo assim a polinização cruzada indispensável à formação de sementes nos frutos. A parcela do Casal Capitão foi a que apresentou menor número médio de sementes por fruto. Nesta parcela, as árvores marcadas foram sujeitas a aplicação directa de reguladores de crescimento, que têm função de indução de vingamento, promovendo a partenocarpia e, conseqüentemente, a ausência de sementes nos frutos (Soares *et al.*, 2003). Nas parcelas da Várzea e Quinta Nova da Ermegeira, apesar de não terem sido aplicados indutores de vingamento directamente nas árvores marcadas estes foram aplicados no resto da parcela, facto que pode também ter influenciado o número médio de sementes por fruto, devido ao efeito de arrastamento da pulverização através do

vento. Apesar da pereira 'Rocha' ser considerada auto-incompatível, pólen das flores dos ramos isolados pode cair sobre o estigma das mesmas e estimular a partenocarpia, uma vez que a partenocarpia da pereira é estimulativa (Sedgley & Griffin, 1989). De facto, a maioria dos frutos provenientes dos ramos isolados não apresentaram sementes, sendo por isso de origem partenocárpica.

Sendo os carpelos da pereira livres, pode acontecer que apenas em alguns ocorra germinação do pólen, com consequente formação da semente, originando assim um número variável de sementes por fruto. Apesar de em cada carpelo poderem alojar-se duas sementes, a formação de uma única semente pode ocorrer, devido à fecundação parcial dos óvulos (Mariana Mota, comunicação pessoal). Isto explica o facto de em todas as parcelas existirem frutos que possuíam algumas sementes “verdadeiras”, bem conformadas, e outras rudimentares.

A razão altura/diâmetro foi maior nos frutos dos ramos isolados, em comparação com os ramos-testemunha, em três das quatro parcelas. Contudo, a diferença só foi significativa na parcela da Quinta Nova da Ermegeira. Os valores mais elevados deste parâmetro correspondem a frutos de forma mais alongada, característica dos frutos partenocárpicos (Alexandre *et al.*, 2001). A maior diferença observada na Quinta Nova da Ermegeira poderá dever-se ao facto dos frutos formados nos ramos-testemunha desta parcela apresentarem um maior número de sementes, correspondendo a uma menor relação altura/diâmetro (frutos mais arredondados).

2. Colonização de ninhos artificiais por abelhas

O maior número de canas colonizadas e a maior diversidade em termos de ocupação verificou-se na parcela da Quinta Nova da Ermegeira como seria de esperar, visto que, para além de todo o ambiente envolvente da parcela, existia ainda a faixa de vegetação semeada do projecto “Operation Pollinator” (Syngenta, 2011). Este projecto tem diversos objectivos, nomeadamente: proteger a biodiversidade, criando condições favoráveis ao desenvolvimento e multiplicação de auxiliares; melhorar a produtividade e qualidade do pomar, incrementando a polinização cruzada pelas abelhas; praticar uma agricultura responsável, aproveitando os recursos naturais, em detrimento da aplicação de produtos fitossanitários; e contribuir para a identificação dos polinizadores autóctones e da flora que melhor se adapta à região como fonte de alimento, refúgio e nidificação para estes (Syngenta, 2011a).

Em todas as parcelas, os himenópteros que colonizaram os ninhos instalados pertencem, como esperado, ao género *Osmia*, comprovando que estes insectos

aceitam e utilizam facilmente ninhos artificiais fornecidos pelo homem, tal como verificado em pomares de pereira noutras regiões da Europa (Krunić & Stanisavljević, 2006). A existência de espécies do género *Osmia* na região Oeste foi, deste modo, observada, facto que indicia que estes polinizadores de pereira podem ser utilizados na polinização dos pomares de pêra ‘Rocha’ da região. *Osmia cornuta* (Latr.) era a espécie que se esperava encontrar, visto ser a que, normalmente, visita com maior frequência as flores de pereira, mesmo quando nas proximidades existam infestantes e outras árvores de fruto (Krunić & Stanisavljević, 2006) e estar referenciada na Península Ibérica (Noyes, 2010). No entanto, esta espécie é considerada univoltina, pelo que a sua descendência deveria emergir apenas na Primavera seguinte, o que não se verificou. Apesar de não ter sido possível fazer a identificação até à espécie, isto leva a crer que a espécie presente nos ninhos, não seja a esperada, embora os estudos feitos sobre *O. cornuta* correspondam sobretudo a regiões de latitude mais elevada, onde as condições climáticas são bastante diferentes das de Portugal (e.g., Krunić & Stanisavljević, 2006). Por outro lado, as condições laboratoriais em que os insectos foram mantidos podem também ter influenciado o desenvolvimento destes, o que também pode explicar o facto de terem sido recolhidos vários adultos mortos, após a segunda abertura dos ninhos.

Após a segunda abertura dos ninhos, verificou-se que nalguns com opérculos de lama, os insectos presentes estavam dentro de casulos, não tendo ainda emergido, o que sugere tratar-se de outra espécie.

3. Actividade dos polinizadores e comportamento de colheita de pólen e néctar em flores de pereira ‘Rocha’

Considerando que a secreção de néctar é geralmente maior no(s) primeiro(s) dia(s) em que a flor está aberta, do que mais tarde (Free, 1970), a frequência de visitas nas parcelas da Quinta Nova da Ermegeira e Casal das Almargens confirma que, como seria de esperar, durante a plena floração, o número de insectos que permanece no pomar é maior, diminuindo à medida que as flores começam a perder as suas pétalas. Na parcela do Casal Capitão, o padrão de visitas foi ligeiramente diferente, registando-se o maior número de visitas a 13 de Abril, altura em que poucas árvores se encontravam ainda com flores abertas (Figura 20). Uma vez que na exploração onde se insere esta parcela existem outras variedades de pereira para além da ‘Rocha’, a maior frequência de visitas neste dia poderá dever-se a uma floração ligeiramente mais tardia das restantes variedades de pereira do pomar,

possivelmente mais atractivas para os polinizadores. É também de referir que neste dia as condições meteorológicas foram mais favoráveis à actividade das abelhas do que nos restantes dias, havendo sol e pouco vento. Nos dois dias de observação anteriores foram também realizados tratamentos na parcela, nomeadamente aplicação de reguladores de crescimento, o que pode ter também influenciado o número de insectos presentes no pomar.

Apis, *Bombus* e Megachilidae apenas foram observados enquanto nos pomares existiram flores abertas (Figura 20), o que sugere que estes grupos de insectos apenas visitam as flores de pereira quando existe néctar e pólen em abundância, de forma a satisfazer as suas necessidades.

O maior número de indivíduos do género *Apis* foi registado na parcela do Casal das Almargens (Figura 20), o que pode ser devido ao facto de existirem colmeias próximo do pomar. Segundo Sedgley & Griffin (1989), a abelha-doméstica tende a trabalhar próximo da colmeia. A presença de abelhas-domésticas nas flores de pereira 'Rocha' foi observada ao longo de todo o dia, com especial incidência na parte da tarde, quando a intensidade do vento foi menor (Anexo VIII), o que corrobora o facto de o vento ser um factor limitante na actividade dos insectos polinizadores (Silva, 1998).

O menor número de insectos foi observado no Casal Capitão, parcela onde se realizaram mais tratamentos fitossanitários, o que pode ter tido influência no número de insectos presentes no pomar (Figura 20). Por outro lado, as condições meteorológicas não foram as mais favoráveis em alguns dos dias em que as observações foram realizadas nesta parcela (Anexo VIII), com dias muito ventosos e/ou nublados, factores que afectam a actividade dos insectos, nomeadamente a abelha-doméstica, que necessita de tempo calmo e ensolarado para permitir a visita às flores (Free, 1970). Nesses dias, foram no entanto observados alguns abelhões, que, segundo Miranda (1998), continuam activos a temperaturas relativamente baixas, com vento, céu nublado e baixa intensidade luminosa.

De acordo com as observações realizadas, em especial na parcela do Casal Capitão, podemos comparar a distribuição dos himenópteros em dias nublados e em dias ensolarados, concluindo que o maior número de visitas a flores foi registado no dia em que as condições foram mais favoráveis, i.e., 13 de Abril, dia em que o sol foi predominante (Figura 21C; Anexo VIII). Tendo presente que a recolha de néctar foi o comportamento de recolha mais observado, ao longo dos dias, estes dados parecem confirmar que a produção de néctar é maior num dia de sol do que num dia nublado (Free, 1970), atraindo portanto mais insectos.

Foi possível constatar que a forma como os insectos pousam nas flores difere consoante o tipo de insecto e de alimento que estes procuram, sendo que o seu comportamento determina a sua eficiência como polinizadores (Free, 1970).

No caso dos indivíduos da família Megachilidae, os resultados obtidos são pouco conclusivos devido ao reduzido número de insectos observados.

Relativamente à abelha-doméstica, alguns autores sugerem que a transferência de pólen pelas abelhas colectoras de néctar não é muito eficaz, uma vez que depende da forma como o insecto se posiciona na flor e da forma como o néctar é recolhido (Free, 1970; Wertheim & Schmidt, 2005). Free (1970) observou que quando uma obreira colectora de néctar se encontra sobre as anteras, projectando a parte anterior do corpo, nomeadamente a língua, em direcção aos nectários, ocorre contacto com o estigma, podendo existir polinização. Contudo, se se colocar nas pétalas, empurrando os estames de forma a chegar aos nectários, não há contacto com o estigma e, consequentemente, a polinização não se dá.

Segundo as observações efectuadas, em termos relativos, o número de abelhas que recolheram néctar sem que tivesse havido contacto com o estigma e, consequentemente, possível polinização, foi semelhante ao número de abelhas em que se verificou contacto. No caso da recolha de pólen, a percentagem de abelhas que contactou com o estigma foi mais de duas vezes superior à das que apenas recolheu pólen sem qualquer contacto com o estigma. Estes resultados confirmam a hipótese segundo a qual as obreiras colectoras de pólen contribuem mais para a polinização do que as colectoras de néctar (Free, 1970; Wertheim & Schmidt, 2005).

O tipo de alimento recolhido pelos abelhões é dependente das necessidades da colónia e do tipo de alimento disponível (Free, 1970). No presente trabalho, a maioria dos abelhões foi observada a recolher néctar. Dada a sua dimensão, seria de esperar que os abelhões contactassem com o estigma da flor, enquanto recolhessem alimento. No entanto, nas observações efectuadas, verificou-se que uma percentagem relativamente elevada destes insectos apenas recolheu néctar, sem qualquer contacto com o estigma, o que é explicado pelo facto de muitos abelhões conseguirem aceder facilmente aos nectários, a partir das pétalas, devido à sua dimensão.

Alguns insectos de cada grupo apenas contactaram com o estigma, sem recolher pólen ou néctar, o que pode dever-se ao facto das respectivas flores já não possuírem pólen ou néctar. Por outro lado, em condições meteorológicas adversas, nomeadamente, vento intenso, os insectos ao chegar à flor podem não ter oportunidade de recolher pólen ou néctar, devido a arrastamento pelo vento, apenas permitindo o contacto com o estigma da flor.

A duração das visitas dos insectos às flores de pereira prende-se com o seu comportamento e variou em função do grupo de insectos. Em termos médios, a abelha-doméstica foi a que demorou menos tempo nas suas visitas. Quando recolhe pólen, este insecto utiliza as patas anteriores, conjuntamente com as mandíbulas destacando o pólen dos órgãos florais, que se prende aos pêlos que revestem as patas. Como a transferência do pólen, dos pêlos para a corbícula, é realizada já em pleno voo (Carvalho & Branco, 1995), a abelha-doméstica não necessita de muito tempo nas suas visitas às flores.

Segundo José (1997), a duração das visitas de *Bombus* é função de vários factores, nomeadamente as condições climáticas (o néctar é recolhido mais rapidamente em tempo húmido, devido à sua viscosidade), momento do dia (a duração das viagens tende a aumentar ao longo do dia), natureza do alimento recolhido (a recolha de pólen é mais demorada do que a recolha de néctar) e da espécie de insecto. Nas observações efectuadas no presente trabalho, os indivíduos do género *Bombus* demoraram em média 12 segundos nas visitas às flores de pereira, sendo que a maioria dos indivíduos registados recolhia néctar.

Os dois grupos de abelhas solitárias, ou seja, os insectos da família Megachilidae e as “abelhas mineiras”, foram os mais demorados nas suas visitas às flores de pereira. As abelhas solitárias têm a particularidade de transportarem o pólen sobre grandes áreas do seu corpo e em condições secas (Free, 1970). As fêmeas de Megachilidae acondicionam o pólen numa “escova” de pêlos na parte ventral do abdómen (Krunić & Stanisavljević, 2006), enquanto as fêmeas das “abelhas mineiras” utilizam, para o mesmo efeito, uma “escova” de pêlos localizada nas patas posteriores (Mike Edwards, comunicação pessoal).

As “abelhas mineiras”, apesar de não terem sido os insectos mais demorados, foram o único grupo onde vários indivíduos recolheram pólen e néctar na mesma flor, chegando a demorar 25 segundos nesse processo.

Os insectos da família Megachilidae foram em média os mais demorados. Também, neste grupo de insectos, a recolha de néctar foi mais rápida que a de pólen, visto que um indivíduo que apenas recolheu néctar demorou 11 segundos e um indivíduo que apenas recolheu pólen demorou 46 segundos. Dado que o número de indivíduos observados foi muito baixo, é difícil saber se estes valores são representativos, sendo necessário maior número de observações para estabelecer um padrão mais exacto da duração das visitas.

4. Identificação dos principais grupos de insectos polinizadores presentes nos pomares de pereira ‘Rocha’

Os exemplares capturados pertencem a três ordens distintas, Hymenoptera, Diptera e Coleoptera. Em todas as parcelas onde se realizaram observações (Quinta Nova da Ermegeira, Casal das Almargens e Casal Capitão), detectou-se a presença de dípteros e himenópteros dentro do pomar, o que significa que as flores de pereira servem de alimento a estes grupos de insectos, apesar de produzirem pequenas quantidades de néctar com baixo teor em açúcar (Sedgley & Griffin, 1989; Free, 1970; Maccagnani *et al*, 2003).

Como esperado, foi na parcela da Quinta Nova da Ermegeira onde se registou maior diversidade de himenópteros, pertencentes aos géneros *Andrena*, *Anthophora*, *Apis*, *Bombus*, *Ceratina* e *Eucera*, uma vez que é a parcela mais rica em termos de ambiente envolvente (Anexo II). Destes géneros de insectos, apenas os pertencentes aos géneros *Andrena*, *Apis* e *Bombus* foram observados nas flores de pereira. Apesar de o género *Eucera*, tal como os géneros anteriores (*Andrena*, *Apis* e *Bombus*), estar referenciado como polinizador de pereira (Free, 1970), os insectos pertencentes a este género foram observados apenas na faixa de vegetação herbácea, tal como *Anthophora* e *Ceratina*.

Os insectos do género *Andrena* foram observados em todas as parcelas, o que sugere que a pereira é uma fonte de alimento importante para este género de insectos, confirmando o seu potencial polinizador (Free, 1970).

VI. Conclusão

O ambiente envolvente das parcelas influenciou o número de insectos presentes nos pomares. Nas parcelas onde o ambiente envolvente apresentava maior diversidade de espécies vegetais, o número de insectos observados no pomar foi superior.

A presença de insectos polinizadores influenciou positivamente a taxa de vingamento e a forma dos frutos, contudo o peso dos frutos não evidenciou influência dos insectos polinizadores. A maior abundância de insectos polinizadores nos pomares traduziu-se, também, num aumento do número médio de sementes por fruto, bem como na percentagem de frutos com sementes viáveis.

Nas flores de pereira foram observados insectos pertencentes a três ordens distintas, Diptera, Coleoptera e Hymenoptera, e nomeadamente himenópteros dos géneros *Andrena*, *Apis* e *Bombus*. Excluindo os dípteros, foram também estes três géneros de insectos os mais frequentes nas flores de pereira. *Apis* e *Bombus* foram os insectos que apresentaram maior taxa de contacto com o estigma.

Apesar do néctar da pereira ter baixo teor em açúcar, a maioria dos insectos (69 %) recorreu às flores de pereira 'Rocha' para recolher néctar, enquanto apenas 17 % recolheu exclusivamente pólen.

Os ninhos artificiais utilizados foram colonizados, mostrando que podem ser utilizados em pomares de pereira 'Rocha' na região Oeste, permitindo a manutenção de populações de insectos polinizadores.

VII. Referências bibliográficas

- Alexandre, J.; Soares, J. Silva, A.; (2001). Capítulo I - A pera Rocha. pp. 27-42. In: Soares, J. (coord). *O Livro da Pêra Rocha – Volume primeiro. Contributo para uma produção integrada*. Associação Nacional de Produtores de Pêra 'Rocha', Cadaval.
- Andrade, M. C. M. A. (1996). *Estudo da Utilização de Colmeias na Polinização da Pereira 'Rocha'*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Associação Nacional de Produtores de Pêra 'Rocha' (2011). *Pera Rocha do Oeste*. <http://www.perarocha.pt/custompages/showpage.aspx?pageid=b6bcea81-52db-47e5-8b45-3d43b8557ab7&m=a17> (acedido em: 18/07/2011)
- Barros, M. T. F. (1985). *Polinização e vingamento do fruto em fruteiras Lenhosas*. Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária.
- Benedek, P. (2008). Preliminary studies on propagating natural mason bee (mixed *Osmia cornuta* and *O. rufa*) populations in artificial nesting media at the site for fruit orchard pollination. *International Journal of Horticultural Science*. **14 (1-2)**: 95-101.
- Branco, C. L. (1998). *Avaliação de um tratamento indutivo na polinização da pêra 'Rocha' pela Apis mellifera L. análises de frequências polínicas*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Florestal, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Branco, M. R. (1989). *Estudo da recolha de pólen em colónias de A. mellifera L. – Melissopalínologia*. Relatório para uma aula, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Bosch, J. (1994). The nesting behaviour of mason bee *Osmia cornuta* (Latr) with special reference to its pollinating potential (Hymenoptera, Megachilidae). *Apidologie*. **25**: 84-93.
- Bosch, J. & Blas, M. (1994). Effect of over-wintering and incubation temperatures on adult emergence in *Osmia cornuta* Latr (Hymenoptera, Megachilidae). *Apidologie*. **25**: 265-277.
- Bosch, J. & Kemp, W. P. (2002). Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. *Bulletin of Entomological Research*. **92**: 3-16.
- Carvalho, J. P. & Branco, M. R. (1995). *A abelha. Morfologia externa e comportamento*. Universitária Editora, LDA. Lisboa.

- Collins, G. A. (em publicação). Key to the genera of British bees, 32p.
- De Nattancourt, D. (1993). Self- and cross-incompatibility systems. pp. 203-212. In: Hayward, M. D.; Bosemark, N. O.; Romagosa, I. (eds.). *Plant Breeding. Principles and prospects*. Chapman & Hall, London.
- Food and Agriculture Organization (2011).
<http://faostat.fao.org/> acedido em: 18/07/2011
- Free, J. B. (1970). *Insect pollination of Crops*. Academic press. London and New York.
- Godinho, J. S. P. (1990). *Estudo palinológico de cargas de abelhas aplicado à definição de padrões de comportamento de recollecção polínica*. Curso de Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Gabinete de Planeamento e Políticas (2011). Anuário Vegetal 2006. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
http://www.gppaa.min-agricultura.pt/pbl/period/Anuario_Veg_2006.pdf acedido em: 18/07/2011
- Jean-Prost, P. (1985). *Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- José, C. M. S. (1997). *Efeito de Bombus terrestris L. (Hymenoptera: Apidae) na Polinização de Tomateiro em Estufa no Oeste*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Krunić, M. D.; Stanisavljević, L.Ž. (2006). *The Biology of european orchard bee Osmia cornuta*. Faculty of Biology University of Belgrade- Beograd, Serbia.
- Maccagnani, B.; Ladurner, E.; Santi, F.; Burgio, G. (2003). *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed-set. *Apidologie*. **34**: 207-216.
- Medeira, M. C. & Avelar, J. S. H. (1988). Polinização Cruzada na Pereira «Rocha». *Agronomia Lusitana*. **43**: 99-106.
- Miranda, C. S. C. (1998). *Efeito de Bombus terrestris L. na Polinização de Abobrinha e Beringela em Estufa no Oeste*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Monzón, V. H.; Bosch, J.; Retana, J. (2004). Foraging behavior and pollinating effectiveness of *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on “Comice” pear. *Apidologie*. **35**: 575-585.

- Moriya, Y.; Takai, Y.; Okada, K.; Ito, D.; Shiozaki, Y.; Nakanishi, T.; Takasaki, T. (2005). Parthenocarpy and Self- and Cross-incompatibility in Ten European Pear Cultivars. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* **74**(6): 424-430.
- Mota, M. & Oliveira, C. (2009). A polinização cruzada em fruteiras e a compatibilidade genética entre cultivares. *Vida Rural*. **1748**: 28-31.
- Nazaré, L. M. S. (1995). *Seleção clonal em pêra Rocha*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Noyes, J. (2010) Fauna Europaea: Apoidea. Fauna Europaea version 2.2, <http://www.faunaeur.org>
- Pesson, P. (1984). Transport du pollen par les animaux : zoogamie. pp. 97-139. In : Pesson P. & Louveaux J. (eds.). *Pollinisation et productions végétales*. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- Pimentel, I. M. L. (2000). *Análise da colecta de pólen pela Apis mellifera L. num pomar de Pyrus communis L.* Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Florestal, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Sedgley, M. & Griffin, A.R. (1989). *Sexual Reproduction of Tree Crops*. Academic Press, London.
- Silva, A. (2001). Capítulo VII – Polinização. pp. 137-166. In: Soares, J. (coord.) *O Livro da Pêra Rocha – Volume primeiro. Contributo para uma produção integrada*. Associação Nacional de Produtores de Pêra ‘Rocha’, Cadaval.
- Silva, L. A. G. T. (1998). *Polinização e Partenocarpia na Pereira cv. ‘Rocha’ Algumas observações e ensaios de campo*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Silva, L. A. G. T. (2006). *A Polinização da Pereira ‘Rocha’: sua avaliação com alternativa produtiva e identificação de variedades polinizadoras*. Tese de Mestrado em Agricultura e Horticultura Sustentáveis, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Serviço Nacional de Avisos Agrícolas (2010). Circular de Avisos nº 2 Pomares. Estação de Avisos do Ribatejo.
http://snaa.dgadr.pt/docs/circulares/Circular2_POMARES_EARib.pdf acedido em: 30/03/2011
- Soares, J.; Silva, A.; Marques, H. (2003). Capítulo III – Hormonas Vegetais e Reguladores de Crescimento. pp. 79-125. In: Soares, J. (coord). *O Livro da Pêra*

- Rocha* – Volume segundo. Intensificação cultural e regulação da produção. Associação Nacional de Produtores de Pêra 'Rocha', Cadaval.
- Syngenta (2011) Operation Pollinator: 10'000 ha of habitat for pollinating insects. <http://www.operationpollinator.com/> (acedido em: 8/09/2011)
- Syngenta (2011a) *Relatório 2010/2011 1ª fase Operation Pollinator*, 7p.
- Tasei, J. N. (1984). Pollinisation et productions fruitières. Abres fruitiers des régions tempérées. pp. 349-372. In : Pesson P. & Louveaux J. (eds.). *Pollinisation et productions végétales*. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- Tavares, L. R.; Mota, M.; Oliveira, C. M. (2009). Análise da expressão dos alelos S em pereira 'Rocha'. *I Simpósio Nacional de Fruticultura. Actas Portuguesas de Horticultura*, Nº 11: 2-9.
- Wertheim, S. J. & Schmidt, H. (2005). Flowering, pollination and fruit set. pp. 216-239. In: Tromp, J.; Webster, A. D.; Wertheim, S. J. (eds.). *Fundamentals of Temperate Zone Tree fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Westrich, P. (1996). Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. pp. 1-16. In: Matheson, A., Buchmann, S. L., O'Toole, C., Westrich, P., William, I.H. (eds.) *The conservation of bees*. Academic Press, London.
- Westwood, M. N. (1978). *Temperate-Zone Pomology*. Timber press, Portland, Oregon.

VIII. Anexos

Anexo I – Tratamentos fitossanitários realizados nas diferentes parcelas

440

Pedro Miguel Germano Bernardes

1 Várzea

Pereira

Rocha

5,19 ha

2011

5 - Registo dos produtos fitofarmacêuticos aplicados¹

Data	Nome comercial	APV AV ®	Produto fitofarmacêutico		Calda (l/ha)	Equipamento	IS (dias)	Data possível de colheita	Finalidade	Operador	Recomendação Técnica	Quantidade total aplicada na ZH ®	Documento de entrada ®
			Subst. Ativa	Dose ou PC (ml ou g/ha)									
21-Mar	CUPRITAL	184	OXICLORETO COBRE	2,3	KG	T	7	26-Mar	C	JDAQUIM	Oxida 1/11	11,94	KG
29-Mar	MANCOZEBE	3216	MANCOZEBE	2	KG	T	28	27-Abr	P	JDAQUIM	Oxida 1/11	30,38	KG
29-Mar	SOLEOL	2236	ÓLEO DE VERÃO	12	L	T	0	30-Mar	CSJ	JDAQUIM	Oxida 1/11	62,28	L
29-Mar	ADMIRAL 10 EC	AE	PIRPROXIFEN	0,4	L	T	0	30-Mar	CSJ	JDAQUIM	Oxida 1/11	2,075	L
8-Abr	BRELEX	3454	ACIDO GIBBERÉLICO	5	PAS	T	90	08-Jul	IV	JDAQUIM	36/87	25,95	PAS
34-Abr	MONTANA	53	GLIFOSATO	2,5	L	B	28	13-Mai	I	JDAQUIM	36/87	32,98	L
38-Abr	SCORE 250 EC	2921	DIFENOCONAZOL	0,15	L	T	14	03-Mai	P/E	JDAQUIM	36/87	0,779	L
25-Abr	FOX WG	3849	TEBUCONAZOL	0,75	KG	T	21	17-Mai	P/E	JDAQUIM	36/88	3,893	KG
3-Mai	TIDORA G	154	TIRAME	2,5	KG	T	35	06-Jun	P/E	JDAQUIM	36/88	32,98	KG
10-Mai	STROBY WG	38	CRESOXIME-METILO	0,2	KG	T	28	08-Jun	P/E	JDAQUIM	6778	1,038	KG
19-Mai	TIDORA G	154	TIRAME	2,5	KG	T	35	24-Jun	E	JDAQUIM	6778	32,98	KG
19-Mai	PIRINEX 48 EC	52009	CLORPIRIFOS	2	L	T	14	03-Jun	CSJ	JDAQUIM	6778	30,38	L
27-Mai	STROBY WG	38	CRESOXIME-METILO	0,2	KG	T	28	25-Jun	P/E	JDAQUIM	6791	1,04	KG
24-Jun	TIDORA G	154	TIRAME	2,5	KG	T	35	30-Jul	P/E	JDAQUIM	6791	32,98	KG
7-Jul	ORTHO PHALTAN		FOLPETE	2,5	KG	T	21	29-Jul	P	JDAQUIM	6799	32,98	KG
15-Jul	Calipso		Tiadopiride	0,2	KG	T	14	30-Jul	B/PS	JDAQUIM			

PRUTOESTE, CRL	Elaborado por: DQSA	Versão 1.1	Previsão
Pág. ____ de ____	Autorizado por: Rodolfo Antunes	26-01-2011	Referência: CC 417.1

Equipamento: Turbina - T; Pistolas - PL; Atomizador - A; Pulverizador UBV - UBV; Barras - B

Finalidade: Contro - C; Pedrado - P; Estenfilose - E; Ódio - O; Podrões - Pd; Hoplocampa - H; Afídeos - A; Pêla - Ps; Bicho - B; Cidómia - Ce; Filoxera - F; Ácaros - Ac; Codornia S. José - CSJ; Zeuzera - Z; Lagarta mineira - Lmj; Mosca Mediterrânea - MM; Intestantes - I; Indutor Vingtamento - IV;

¹ Colocar o nº do documento de aplicação (licença, guia de remessa, etc).

® Campos obrigatórios apenas para os candidatos às medidas AM - PRO DER

Figura 25. Tratamentos fitossanitários realizados na parcela 1 (Várzea).

705

José Sousa Coutinho

1 Qta. Nova Ermegeira

Pereira Rocha

6,66 ha

2011

5 - Registo dos produtos fitofarmacêuticos aplicados¹

Data	Nome comercial	APV AV ®	Produto fitofarmacêutico		Cálculo (l/ha)	Equipamento	SI	Data possível de colheita	Finalidade	Operador	Recomendação Técnica	Quantidade total aplicada na ZH ®	Documento de entrada ®	
			Sub. Activa	Dose ou l-pq (ml ou g/lv)										
7-Fev	Solad	2216	Óleo Verão	27,00	Lt	533	T	0	08-Fev	FH/A	1	179,8	Lt	43888
7-Fev	Capital	1694	Oxicloreto Cobre	2,50	Kg	533	T	7	15-Fev	C/P	1	16,65	Kg	43888
16-Mar	Roundup-Supra	33	Glifosato	1,35	Lt	81	B	28	14-Abr	1	1	8,991	Lt	195
19-Mar	Capital	1694	Oxicloreto Cobre	1,50	Kg	284	T	7	27-Mar	P	2	9,99	Kg	43888
19-Mar	Admiral	AE	Pinprofeno	0,40	Lt	284	T	0	20-Mar	CSJ	2	2,664	Lt	1220
29-Mar	Garbol	3110	Óleo Verão	20,40	Lt	284	T	0	30-Mar	CSJ	2	135,9	Lt	2139
29-Mar	Pinfos 488C	3679	Corpiños	1,40	Lt	284	T	14	13-Abr	CSJ	2	9,324	Lt	2139
29-Mar	Score 250EC	2921	Difenoconazol	0,15	Lt	284	T	21	20-Abr	P	2	0,999	Lt	2139
2-Abr	Beralex	3494	Acido Giberélico	5,00	past	284	T	0	03-Abr	IV	3	33,3	pas	11569
8-Abr	Beralex	3494	Acido Giberélico	5,00	past	284	T	0	09-Abr	IV	4	33,3	pas	11569
8-Abr	Manozan	3094	Manozebe	1,35	Kg	284	T	28	07-Mai	P	4	8,991	Kg	stock
20-Abr	Score 250EC	2910	Difenoconazol	0,15	Lt	365	T	21	12-Mai	P	5	0,999	Lt	1222
26-Abr	Fungitane	2383	Manozebe	2,00	Kg	365	T	28	25-Mai	P	5	13,32	Kg	1221
9-Mai	Tidora G	3540	Tirame	2,00	Kg	365	T	35	14-Jun	P; E	6	13,32	Kg	stock
20-Mai	Tocsin	3042	Tiofenato-Metilo	1,00	Kg	365	T	14	04-Jun	P	7	6,66	Kg	47773
20-Mai	Oclone	3293	Corpiños	1,50	Lt	365	T	14	04-Jun	CSJ	7	9,99	Lt	47773
31-Mai	Fox	3797	Tebuconazol	0,75	Kg	365	T	21	22-Jun	P; E	8	4,995	Kg	GT16766
11-Jun	Tidora G	3540	Tirame	2,00	Kg	365	T	35	17-Jul	P; E	9	13,32	Kg	11576
17-Jun	Roundup-Supra	33	Glifosato	0,54	Lt	67,5	B	28	16-Jul	1	10	3,596	Lt	195
23-Jun	Flint	29	Trifloxistrobina	0,10	Kg	365	T	14	08-Jul	P; E	10	0,666	Kg	12256
25-Jun	Surweg		Caulino	25,00	Kg	851	T	0	26-Jun	estaca 3m		166,5	Kg	
6-Jul	Flint	29	Trifloxistrobina	0,10	Kg	365	T	14	21-Jul	P; E		0,666	Kg	
6-Jul	Calypso	71	Tiaclopride	0,22	Kg	365	T	14	21-Jul	Ps		1,465	Kg	

PRATOESTE, 08 de	Elaborado por: DQSA	Versão 10	Produção
	Autorizado por: Rosário Arantes	08-03-2010	Referência: CC 4.17.1

Figura 26. Tratamentos fitossanitários realizados na parcela 2 (Quinta Nova da Ermegeira).

558	Jorge Duarte Afonso		1 Casal Capão		Pereira Roda		5,15 ha		2011			
5 - Registo dos produtos fitofarmacêuticos aplicados ¹												
Data	Produto fitofarmacêutico				Equipamento	IS	Data possível de colheita	Finalidade	Operador	Recomendação Técnica	Quantidade total aplicado na ZH	Documento de entrada *
	Nome comercial	APV AV	Sub. Activo	Dose ou [] PC (ml ou g/ha)								
24-Fev	Soleol	2216	óleo de verão	24,00	l	0	25-Fev	CSJ	141ar	6471	123,6	l 4256
24-Fev	Cuprocáfaro	3464	óxido de cobre	2,30	kg	7	4-Mar	P	141ar	6471	11,8	kg 4256
02-Mar	Cosmic	56	glifosato	3	l	28	31-Mar	I	141ar	Circular 1/11	15,5	l 4256
21-Mar	Caldá Bordaleira Valde	3339	caldá bordaleira	7,5	kg	7	29-Mar	P	141ar	6510	38,6	kg 4256
21-Mar	Admiral	AE	Propiconazol	0,5	l	0	22-Mar	CSJ	141ar	6510	2,6	l 4256
31-Mar	Manzone	3642	Mancozebe	2	kg	28	29-Mar	P	141ar	6557	10,3	kg 4256
31-Mar	Soleol	2216	óleo de verão	15	l	0	1-Abr	CSJ	141ar	6557	77,3	l 4256
31-Mar	cidone	3293	Clorpirifos	1,95	l	14	15-Abr	CSJ	141ar	6557	10,0	l 4256
4-Abr	Regalis	34	Prohexediona de Cálcio	0,3	kg	0	5-Abr	IV	141ar	6560	1,5	kg 4256
4-Abr	Berellex	3494	Acido Gibatélico	4	pas	0	5-Abr	IV	141ar	6560	20,6	pas 4256
6-Abr	Regalis	34	Prohexediona de Cálcio	0,3	kg	0	7-Abr	IV	141ar	6563	1,5	kg 4256
6-Abr	Berellex	3494	Acido Gibatélico	4	pas	0	7-Abr	IV	141ar	6563	20,6	pas 4256
6-Abr	Alaska Micro	3764	Enicofen	3	kg	0	7-Abr	P	141ar	6563	15,5	kg 4256
9-Abr	Fox WG advance	3849	tebuconazol	0,4	kg	21	1-Mai	P/E	141ar	6567	2,1	kg 4256
9-Abr	Mancozebe Selectis	3172	Mancozebe	2	kg	28	8-Mai	P	141ar	6567	10,3	kg 4256
9-Abr	Regalis	34	Prohexediona de Cálcio	0,24	kg	0	10-Abr	IV	141ar	6567	1,2	kg 4256
9-Abr	Berellex	3494	Acido Gibatélico	2,5	pas	0	10-Abr	IV	141ar	6567	12,9	pas 4256
20-Abr	Score	2921	difenoconazol	0,15	l	14	5-Mai	P	141ar	6616	0,8	l 4256
3-Mai	Tidora	154	trame	2,25	kg	35	8-Jun	P/E	141ar	6620	11,6	kg 4256
10-Mai	Basta	3061	glufosinato de amónio	1,5	l	0	11-Mai	I	141ar	Telephone	7,7	l 4256
10-Mai	Cosmic	56	glifosato	1,5	l	28	8-Jun	I	141ar	Telephone	7,7	l 4256
14-Mai	Flint	149	trifluralina	0,09	kg	14	29-Mai	P/E	141ar	6619	0,5	kg 4256
14-Mai	Cicione	3293	Clorpirifos	1,95	l	14	29-Mai	CSJ	141ar	6619	10,0	l 4256
21-Mai	Tousin	3042	tiadiazol-metilo	1	kg	14	5-Jun	P	141ar	6626	5,2	kg 4256
1-Jun	Fox WG advance	3849	tebuconazol	0,75	kg	21	23-Jun	P/E	141ar	Telephone	3,9	kg 4256
16-Jun	Fox WG advance	3849	tebuconazol	0,75	kg	21	8-Jul	P/E	141ar	6644	3,9	kg 4256
16-Jun	Debin ou Fado	3016	difenoconazol	0,5	kg	21	8-Jul	P	141ar	6644	2,6	kg 4256
16-Jun	Calypso	71	Thiaclopride	0,2	l	14	1-Jul	PS	141ar	6644	1,0	l 4256

558

Jorge Duarte A. Faria

1 Casal Capitão

5,15 ha

2011

5 - Registo dos produtos fitofarmacêuticos aplicados¹

Data	Nome comercial	APV AV ®	Produto fitofarmacêutico		Equipamento	IS (dias)	Data possível de colheita	Finalidade	Operador	Recomendação Técnica	Quantidade total aplicada na ZH ®	Documento de entrada ®
			Subst. Activa	Dose ou [PC (ml ou g/ha)								
21-Jun	Vertimec	3747	abamectina	0,75 l	T	14	6-Jul	Ps	9/1 ar	6852	3,9	4256
4-Jul	Tidora	154	tiame	2 kg	T	35	9-Ago	P/E	9/1 ar	Telefone	10,3	4256
11-Jul	Orthophalan	3789	foligote	2,5 kg	T	21	2-Ago	P	9/1 ar	6863	12,9	4256
11-Jul	Pirifos 48	3679	Clorpirifos	1,95 l	T	14	26-Jul	B	9/1 ar	6863	10,0	4256
16-Jul	Deba ou Fado	3000	ditanão	0,5 kg	T	21	7-Ago	P	9/1 ar	6879	2,6	4256

FRUTOFORTE, CRL

Elaborado por: DQSA

Versão 11

Produtão

Pág. ___ de ___

Autorizado por: José António

26-01-2011

Referência: CC 4.17.1

Equipamento: Turbina - T; Pistolas - Pt; Atomizador - A; Pulverizador UBV - UBV; Barras - B

Finalidades: Cancro - C; Pedrado - P; Estenfilose - E; Ódio - O; Podridões - Pd; Hótopocampa - H; Afídeos - A; Psila - Ps; Bichado - B; Cecidómia - Ce; Filoxera - F; Ácaros - Ac; Cochonilha S. José - CSJ; Zeuzera - Z; Lagarta mineira - Lm; Mosca Mediterrânea - MM; Infestantes - I; Indutor Vingamento - IV;

* Colocar o nº do documento de aquisição (factura, guia de remessa, etc).

® Campos obrigatórios apenas para os candidatos às medidas AA - PRO DER

Figura 28. Tratamentos fitossanitários realizados na parcela 4 (Casal Capitão).

Anexo II – Localização e ambiente envolvente das parcelas experimentais



Figura 29. Delimitação da parcela 1 (Várzea) (Fonte: Google Maps).



Figura 30. Delimitação da parcela 2 (Quinta Nova da Ermegeira) e posição dos ninhos artificiais para abelhas (círculo laranja) (Fonte: Google Maps).



Figura 31. Delimitação da parcela 3 (Casal das Almargens) e posição dos ninhos artificiais para abelhas (círculo laranja) (Fonte: Google Maps).



Figura 32. Delimitação da parcela 4 (Casal Capitão) e posição dos ninhos artificiais para abelhas (círculo laranja) (Fonte: Google Maps).

Anexo III – Composição da faixa de vegetação herbácea instalada na parcela da Quinta Nova da Ermegeira, no âmbito do projecto “Operation Pollinator”

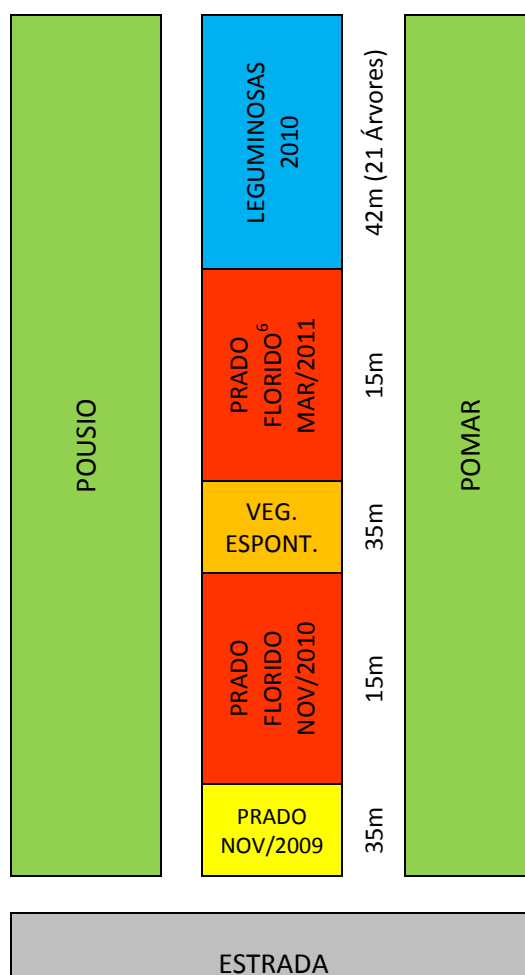


Figura 33. Representação esquemática da disposição de misturas na faixa de vegetação herbácea do projecto “Operation Pollinator” (Syngenta, 2011a).

⁶ A sementeira de Março de 2011 com a mistura “Prado Florido” não se realizou, sendo nesta área mantida a vegetação espontânea (Paula Martins, comunicação pessoal).

Quadro 7. Lista das espécies vegetais semeadas na faixa de vegetação herbácea do projecto “Operation Pollinator” (Syngenta, 2011a).

Mistura	Data de sementeira	Família	Espécie
"Prado Florido"	12-11-2010	Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>
		Asteraceae	<i>Chrysanthemum segetum</i>
			<i>Centaurea cyanus</i>
			<i>Matricaria recutita</i>
		Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>
		Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>
		Lamiaceae	<i>Salvia officinalis</i>
Leguminosas	18-03-2010	Resedaceae	<i>Reseda lutea</i>
		Leguminosae	<i>Ornithopus sativus</i> Brav (cv. Cadiz)
			<i>Ornithopus</i> sp (cv. Marguerita)
			<i>Trifolium incarnatum</i> L. cv. Contea
			<i>Trifolium vesiculosum</i> cv. Cefalu
			<i>Trifolium vesiculosum</i> cv. Zulu II
			<i>Trifolium resupinatum</i> cv. Prolific
			<i>Trifolium resupinatum</i> cv. Nitro-Plus
			<i>Lotus subbiflorus</i> cv Mediterraneo
Prado - Herbaceous Mix"	21-11-2009	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>
			<i>Eryngium campestre</i>
		Asteraceae	<i>Matricaria recutita</i> / <i>chamomilla</i>
		Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>
			<i>Echium vulgare</i>
		Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>
			<i>Melissa officinalis</i>
			<i>Origanum vulgare</i>
			<i>Prunella vulgaris</i>
			<i>Salvia verbenaca</i>
			<i>Clinopodium vulgare</i> (<i>Satureja vulgaris</i>)
		Poaceae	<i>Festuca ovina duriuscula</i> Dumas
			<i>Festuca rubra tricophylla</i> Greenlight
			<i>Festuca rubra tricophylla</i> Helena

Anexo IV – Estados fenológicos da pereira



Figura 34. Estados fenológicos da pereira⁷ (Adaptado de SNAA, 2010).

⁷ Por uma questão de simplificação de terminologia, o estado “Início da floração” foi identificado como E’.

Anexo V – Análise estatística da variável vingamento

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: vingamento_t

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	20,112 ^a	199	,101	1,506	,002
Intercept	88,274	1	88,274	1315,064	,000
Parcela	2,390	3	,797	11,866	,000
árvore	2,989	24	,125	1,855	,012
tratamento	,574	1	,574	8,557	,004
Parcela * árvore	8,898	72	,124	1,841	,000
Parcela * tratamento	,246	3	,082	1,222	,303
árvore * tratamento	,967	24	,040	,600	,930
Parcela * árvore * tratamento	4,048	72	,056	,838	,807
Error	13,425	200	,067		
Total	121,811	400			
Corrected Total	33,537	399			

a. R Squared = ,600 (Adjusted R Squared = ,201)

Anexo VI – Análise estatística da razão altura/diâmetro

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	alm_1	1,2934	31	,12738	,02288
	T_alm_1	1,2673	31	,10094	,01813
Pair 2	erm_1	1,3197	28	,09079	,01716
	T_erm_1	1,2405	28	,10492	,01983
Pair 3	cap_1	1,2999	40	,10503	,01661
	T_cap_1	1,2997	40	,10460	,01654
Pair 4	var_1	1,2830	28	,14394	,02720
	T_var_1	1,2646	28	,08419	,01591

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	alm_1 & T_alm_1	31	,104	,577
Pair 2	erm_1 & T_erm_1	28	,260	,181
Pair 3	cap_1 & T_cap_1	40	,378	,016
Pair 4	var_1 & T_var_1	28	-,046	,817

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 alm_1 - T_alm_1	,02606	,15406	,02767	-,03045	,08257	,942	30	,354
Pair 2 erm_1 - T_erm_1	,07921	,11957	,02260	,03285	,12558	3,506	27	,002
Pair 3 cap_1 - T_cap_1	,00026	,11694	,01849	-,03713	,03766	,014	39	,989
Pair 4 var_1 - T_var_1	,01834	,17005	,03214	-,04760	,08428	,571	27	,573

Anexo VII – Análise estatística da variável peso

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	S_alm	83,3329	31	23,92704	4,29742
	T_alm	83,8952	31	21,86585	3,92722
Pair 2	S_erm	113,1032	28	24,47188	4,62475
	T_erm	114,8900	28	20,41215	3,85753
Pair 3	S_cap	88,1435	40	20,30557	3,21059
	T_cap	86,0585	40	25,02768	3,95722
Pair 4	S_var	96,0450	28	28,46653	5,37967
	T_var	91,0850	28	26,92353	5,08807

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	S_alm & T_alm	31	,188	,310
Pair 2	S_erm & T_erm	28	,488	,008
Pair 3	S_cap & T_cap	40	,438	,005
Pair 4	S_var & T_var	28	,569	,002

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 S_alm - T_alm	-,56226	29,21646	5,24743	-11,27894	10,15442	-,107	30	,915
Pair 2 S_erm - T_erm	-1,78679	22,98408	4,34358	-10,69908	7,12551	-,411	27	,684
Pair 3 S_cap - T_cap	2,08500	24,35798	3,85134	-5,70506	9,87506	,541	39	,591
Pair 4 S_var - T_var	4,96000	25,74574	4,86549	-5,02315	14,94315	1,019	27	,317

Anexo VIII – Condições meteorológicas durante as observações

Quadro 8. Condições meteorológicas nas diferentes parcelas, durante o período de observação.

Parcela	Data	Hora	Condições meteorológicas
Quinta Nova da Ermegeira	4-Abr	10h00	Sol
		12h00	Sol
		14h00	Sol
		16h00	Sol
	7-Abr	10h00	Sol
		12h00	Sol e brisa leve
		14h00	Sol e vento
		16h00	Sol e vento
	11-Abr	10h00	Sol e brisa leve
		12h00	Sol e brisa leve
		14h00	Sol e algum vento
		16h00	Sol e algum vento
	14-Abr	10h00	Sol
		12h00	Sol
		14h00	Sol e brisa leve
		16h00	Sol e brisa leve
Casal Almargens	5-Abr	10h00	Sol e vento
		12h00	Sol e vento
		14h00	Sol e vento
		16h00	Sol e vento
	8-Abr	10h00	Sol e vento
		12h00	Sol e algum vento
		14h00	Sol e algum vento
		16h00	Sol e brisa leve
	12-Abr	10h00	Sol e vento
		12h00	Sol e vento
		14h00	Sol e brisa leve
		16h00	Sol
	15-Abr	10h00	Sol
		12h00	Sol e brisa leve
		14h00	Sol e algum vento
		16h00	Sol e vento
Casal Capitão	6-Abr	10h00	Sol e muito vento
		12h00	Sol e muito vento
		14h00	Sol e muito vento
		16h00	Sol e muito vento
	9-Abr	10h00	Céu nublado
		12h00	Céu nublado
		14h00	Céu nublado e vento
		16h00	Céu parcialmente nublado e vento
	13-Abr	10h00	Sol
		12h00	Sol
		14h00	Sol e algum vento
		16h00	Sol e algum vento
	16-Abr	10h00	Sol e brisa leve
		12h00	Sol e algum vento
		14h00	Sol e algum vento

16h00 Sol e algum vento

Anexo IX – Compatibilidade genética de pereiras

Cultivares	Beurré Précoce Morettini	Carapinheira	Clapp's Favorite	D. Joaquina	Doyenné du Comice	Général Leclerc	Lawson	Passe Crassane	Pérola	Rocha
Beurré Précoce Morettini	I	NI	SC	?	TC	TC	TC	TC	NC	SC
Carapinheira		I	NI	?	NC	NI	NI	NI	?	NI
Clapp's Favorite			I	?	TC	TC	TC	TC	NI	SC
D. Joaquina				?	?	?	?	?	?	?
Doyenné du Comice					I	TC	TC	SC	NI	SC
Général Leclerc						I	TC	TC	NI	TC
Lawson							I	TC	NI	TC
Passe Crassane								I	NI	SC
Pérola									?	NI
Rocha										I

TC – Totalmente compatível; SC – Semi-compatível; I – Totalmente incompatível; NI – Não incompatível (totalmente ou semi-compatível); NC – Não totalmente compatível (totalmente incompatível ou semi-compatível); ? – não estudado

Figura 35. Compatibilidade genética entre as principais cultivares de pereira em Portugal (adaptado de Mota & Oliveira, 2009).